

**Um breve guia sobre o ensino de tópicos da mecânica dos
fluidos por meio das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade
utilizando o sistema cardiovascular como contexto.**

Márcio Bortoletto Fessel

Orientador: Jose Guilherme de Oliveira Brockington

Santo André – SP

2022

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO AO PROFESSOR.....	5
Introdução.....	6
1 Objetivos fundamentados nas diretrizes curriculares nacional e na realidade escolar – Um breve recorte das concepções e fundamentações metodológicas.....	9
1.1 As perspectivas da BNCC e do CPEM para a Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) – Modalidade Ensino Médio	12
1.1.1 Algumas especificidades do CPEM, suas relações com a BNCC, o Ensino Médio, a área de CNT e os Itinerários Formativos.....	13
2 Breve descritivo do referencial teórico.....	19
2.1 Algumas concepções sobre a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) como instrumento de significação e aproximação do fazer científico	19
2.1.1 Os indicadores da ACT nos processos de ensino aprendizagem.....	23
2.2 Alguns pressupostos sobre o ensino por investigação como fundamentos para a elaboração de situações de aprendizagem e/ou sequência didática como elementos de promoção da ACT.	25
2.3 Uma breve descrição sobre as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR) e seus pressupostos teóricos.	32
2.3.1 As etapas e processos de construção de uma IIR	37
2.3.2 Etapa zero: A organização inicial de uma IIR.....	39
2.3.3 A etapa do “clichê”.....	45
2.3.4 A etapa de realizar um panorama espontâneo	46
2.3.5 A etapa da consulta aos especialistas e especialidades.....	47
2.3.6 A etapa de ir à prática ou descida ao terreno	48
2.3.7 A etapa do aprofundamento da abertura de uma outra caixa preta e a descoberta dos princípios disciplinares que sustentam uma tecnologia	48
2.3.8 A etapa da esquematização global.....	49
2.3.9 A etapa da abertura de caixas pretas sem ajuda de especialistas.....	49
2.3.10 A etapa final, a síntese da ilha de racionalidade e o modelo final.....	50
3 Os conceitos de física e suas relações com os roteiros experimentais e o corpo humano.....	51
4 A sequência didática estruturada nas exigências das DCN e pela metodologia da IIR e os demais pressupostos teóricos.....	56
4.1 A sequência didática “Haja Coração!”	57
4.1.1 A situação problema	58
4.1.2 O conhecimento da realidade	59
4.1.3 O plano de trabalho.....	59
4.1.4 Os objetivos	60
4.1.5 As linhas de ação	62
Bibliografia.....	71
Anexos.....	76

Anexos	76
A Reprodução dos textos em íntegra	76
A.1	Texto 1: Novo coração artificial responde às atividades do paciente ... 76
A.2	Texto 2: Saiba como identificar um infarto ou AVC..... 78
A.3	Texto 3: Hipertensão atinge mais de 30 milhões de pessoas no Brasil 79
A.4	Texto 4: TJ decide que saleiros podem voltar às mesas de bares e restaurantes 80
A.5	Texto 5: Lei que proíbe sal em restaurantes faz 1 ano e consumo diminui no ES 82
A.6	Texto 6: Brasil fica atrás de outros países no combate ao abuso de sal 84
A.7	Texto 7: “Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), se o consumo de sal, no Brasil, seguisse os padrões recomendados pela OMS, haveria uma diminuição de 15% nos óbitos por Acidente Vascular Cerebral e redução de 10% dos óbitos por infarto” 87
B Roteiros experimentais com proposta investigativa	89
B.1	Experimento 1: Conhecendo e definindo a pressão 89
B.2	Experimento 2: Hidrostática – a pressão distribuída em um fluido..... 90
B.3	Experimento 3: Hidrostática – alavanca de pascal – uma demonstração visual 92
B.4	Experimento 4: Hidrostática – A pressão atmosférica e o Teorema de Stevin 95
B.4.1	Etapa 1 – A água que vaza e não vaza 95
B.4.2	Etapa 2 – A água que não vaza 97
B.4.3	Etapa 3: Diminui e aumenta, que aperto!..... 98
B.4.4	Etapa 4: Vazando até acabar 101
B.4.5	Etapa 5: Dois furos e tudo fica igual..... 102
B.4.6	Etapa 6: Vazando em cima e embaixo 103
B.4.7	Etapa 7: Pressão por todos os lados 106
B.4.8	Etapa 8: Estabelecendo relações com o corpo humano 108
B.5	Experimento 5: É vazamento que não acaba mais! 111
B.6	Experimento 6: Equação da continuidade..... 115
B.6.1	Etapa 1 – A igualdade oculta 115
B.6.2	Etapa 2 (opcional) – As velocidades pelo computador..... 120
B.6.3	Etapa 3 – Que coisa, uma dupla vazão! 126
B.7	Experimento 7: Tubo de Venturi e Equação de Bernoulli 129
C Descritivo das competências e habilidades citadas no planejamento da IIR	139
C.1	Recorte das Competências Gerais da BNCC 139
C.2	Competências Específicas em CNT da BNCC 139
C.3	Recorte das Habilidades de CNT da BNCC 139
C.4	Recorte das Competências específicas de CNT do Currículo Paulista para o Ensino Médio..... 140
C.5	Recorte das Habilidades específicas de CNT do Currículo Paulista para o Ensino Médio..... 141
C.6	Eixos dos Itinerários Formativos do Currículo Paulista para o Ensino Médio 142
C.7	Recorte das Competências Gerais dos Itinerários Formativos do Currículo Paulista para o Ensino Médio..... 143
C.8	Recorte das Competências Específicas de CNT dos Itinerários Formativos do Currículo Paulista para o Ensino Médio..... 143
C.9	Temas Contemporâneos Transversais (TCT) 144

C.10	Parte do organizador curricular dos Itinerários formativos da área de	
CNT	145	
C.11	Parte do organizador curricular dos Itinerários formativos da área de	
CNT e a área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas		145
D	Apresentação utilizada para a sequência didática.....	148

APRESENTAÇÃO AO PROFESSOR

Caro(a) amigo(a) Professor(a),

Este produto educacional é parte integrante da dissertação de mestrado do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) e tem por objetivo apresentar uma proposta de trabalho, uma sequência didática que busque facilitar o nosso dia a dia no desenvolvimento das exigências curriculares e na formação de um cidadão crítico e alfabetizado cientificamente.

Temos consciência do atual cenário social onde os alunos apresentam um desinteresse pela disciplina de Física e seus processos bem como a dificuldade da sociedade em compreender os processos científicos e seus métodos, produzindo desta forma uma desvalorização e descrença da e na ciência.

Diante de tais condições, buscamos uma metodologia fundamentada na proposta de Gérard Fourez, as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade, articulada com o Ensino por Investigação como uma possível resposta de ampliação do engajamento dos alunos nos processos de ensino-aprendizagem e quiçá reverter o atual cenário social para uma sociedade que seja alfabetizada cientificamente, que suas tomadas de decisões sejam fundamentadas nos fatos e dados equilibrando-se, negociando-se, com as necessidades sociais e aos demais elementos que constituem a complexa sociedade atual como a política, a economia, a ética, os valores e crenças etc.

Neste produto educacional, traremos, da forma mais direta e simplificada possível, elementos do atual contexto, das necessidades apontadas nas diretrizes curriculares, do referencial teórico, dos conteúdos de física presentes nesta dinâmica de trabalho e da metodologia de desenvolvimento da sequência didática apresentada.

Os aprofundamentos destes tópicos se encontram presentes na dissertação que propiciou este produto bem como nos referenciais bibliográficos apresentados, se assim meu/minha colega desejar.

É neste sentido que convido a vocês, colegas de trabalho, para uma proposta que simplifique um pouco esta nossa árdua e complexa tarefa que é a atuação docente.

Atenciosamente,

O Autor.

Introdução

Este produto educacional trata-se de uma sequência didática na qual tem-se como expectativa atender às diversas necessidades presentes no atual cenário social e educacional brasileiro. O objetivo é contribuir, por meio da educação, para a redução de alguns problemas que nos assolam, como a baixa valorização da ciência e seus processos pela população brasileira (ANDRADE, 2019)¹, o baixo interesse dos alunos pela disciplina de física (RICARDO e FREIRE, 2007. FESSEL, 2013) bem como desenvolver as habilidades e competências descritas nas atuais Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) como a Base Nacional Comum (BNCC) e o Currículo Paulista para o Ensino Médio (CPEM). O intuito é ampliar o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem.

As atuais diretrizes curriculares preconizam princípios norteadores do processo de ensino aprendizagem que:

- Propicie uma formação geral e articulada com o mundo do trabalho;
- O estudante se reconheça como parte da sociedade e a partir disto, compreenda seu modo operandis, de forma que possa intervir e inferir nela de acordo com suas demandas e necessidades;
- Faça uso da interdisciplinaridade e contextualização;
- Permita desenvolver as habilidades e competências neles descritos;
- Desenvolva uma formação Integral do aluno;
- Permita uma participação ativa do aluno nas práticas metodológicas;
- A cultura científica e desenvolvimento de saberes seja um processo contínuo;
- Utilize-se de temas transversais.

Cientes da plural realidade docente, na busca de atender tais demandas, vislumbramos uma possibilidade. Buscamos o desenvolvimento de uma sequência didática envolvendo a integração entre a proposta metodológica desenvolvida por Fourez (1997), as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR) articuladas ao Ensino por Investigação como elementos estruturantes para se desenvolver a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT).

¹ Andrade (2019), fundamentado por uma pesquisa realizada pelo Instituto Gallup constata que 73% da população brasileira desconfiam da ciência e 23% consideram que a produção científica pouco contribui para o desenvolvimento econômico, o que favorece efeitos como a descrença na ciência e seus métodos, a tomada de decisões estruturadas por convicções religiosas face as ciências, uma vez que a grande maioria desconhece seus métodos de produção de conhecimento.

A sequência didática faz o uso dos conteúdos da mecânica dos fluidos como objetos de conhecimento para o desenvolvimento das habilidades propostas. Esta escolha se caracteriza por apresentarem alguns aspectos como: tratar-se de conhecimentos bem estabelecidos pela ciência, de fácil consulta aos seus elementos constitutivos e propedêuticos (livros didáticos e páginas da internet) e, de conhecimento dos professores de física. Além destes aspectos, a mecânica dos fluidos estabelece relações com o corpo humano, o que a torna um potencial elemento de contextualização para a significação do processo de ensino-aprendizagem.

Estruturamos este material na seguinte ordem:

- O capítulo 1 irá discorrer sobre as exigências das DCN e suas relações com a atuação docente. Por esta razão serão discutidos alguns aspectos relativos à BNCC e ao CPEM, uma vez que estes documentos explicitam concepções metodológicas e descrevem os saberes a ensinar nos sistemas públicos de ensino, inclusive o paulista, contexto no qual este trabalho foi realizado.
- No capítulo 2, traremos um breve descritivo dos referenciais teóricos que estruturam a sequência didática proposta, apontando os principais conceitos e pressupostos que fundamentam suas concepções como a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), o Ensino por Investigação e as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR) e suas etapas.
- Com relação ao capítulo 3, nele estarão presentes alguns dos conceitos de mecânica dos fluidos que serão utilizados no desenvolvimento da sequência didática no intuito de facilitar a consulta destes objetos de conhecimento.
- No capítulo 4, encontra-se a sequência didática proposta em si, sendo os textos de apoio, roteiros experimentais, habilidades e competências a serem utilizados, descritos nos anexos A, B e C, respectivamente.
- Ao final encontram-se os referenciais bibliográficos utilizados neste documento e os anexos.
- Nos anexos estão disponíveis os materiais complementares a proposta didática descrita no capítulo 4, por esta razão, alguns quadros de habilidades e competências presentes na BNCC e CPEM são apresentadas apenas as citadas na sequência didática, ou seja, recortes da íntegra do documento.
- No anexo D, foi adicionada a apresentação utilizada para a aplicação da sequência didática.

Esta estratégia foi pensada no sentido de facilitar a leitura e compreensão da situação didática de forma que a pessoa que venha a estudar este material, possa locomover-se mais facilmente por ele. Vamos supor que a pessoa que deseja conhecer a sequência didática já conheça e domine os princípios e fundamentos das DCN e dos objetos de conhecimento relativos à mecânica dos fluidos. Neste caso, pode tranquilamente pular os capítulos 1 e 3 durante sua leitura, focando nos capítulos que realmente lhe interessam.

Após a aplicação desta sequência didática pudemos observar melhora significativa na aprendizagem dos alunos e no engajamento deles nas atividades propostas. Para conhecer estes resultados em maiores detalhes, recomendamos a leitura dos capítulos finais da dissertação que originou este guia.

Esperamos que este material lhe permita ampliar sua ação e alcançar os objetivos de ensino aprendizagem almejado bem como possibilitar, por este exemplo, a utilização desta metodologia como subsídio para com outros objetos de conhecimento e demais habilidades e exigências presentes nos currículos escolares por meio de adaptações desta proposta.

1 Objetivos fundamentados nas diretrizes curriculares nacional e na realidade escolar – Um breve recorte das concepções e fundamentações metodológicas.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é o principal documento que instrumentaliza as atuais Diretrizes Curriculares Nacional² (DCN) no território nacional estabelecendo referenciais comuns, por meio de dez competências gerais³, para a elaboração de currículos nos diversos sistemas e redes de ensino da esfera pública. Estabelece ainda a garantia de acesso, permanência e balizamento da aprendizagem. Permite que cada rede de ensino amplie e adapte seus currículos de acordo com suas realidades e necessidades, desde que respeitados seus pressupostos teóricos e metodológicos.

As estruturas apresentadas pela BNCC para o ensino médio, são elementos para se realizar os aprofundamentos dos temas, competências e habilidades trabalhados no ensino fundamental, razão pela qual apresenta semelhanças estruturais com a BNCC desta modalidade de ensino. No ensino médio, é estabelecido ainda um novo espaço formativo, denominado de Itinerários Formativos. Este espaço tem como princípios propiciar um espaço maior para que sejam realizados os aprofundamentos necessários da etapa do ensino médio bem como nas adequações curriculares dos sistemas de ensino para sua realidade local.

O Currículo Paulista para o Ensino Médio (CPEM) trata-se de um documento que atende as exigências presentes na BNCC e as amplia para o contexto e realidade presentes no território paulista, estabelecendo os parâmetros de ensino, a organização dos temas curriculares da BNCC e seus aprofundamentos. Sua constituição levou em consideração uma discussão entre representantes dos municípios paulistas que possuem rede própria de ensino, órgãos e entidades representantes da sociedade civil, entidades governamentais e não governamentais e consulta pública para caracterizar pontos comuns da ampla diversidade cultural e étnica que este território possui.

Nossa discussão versará sobre as demandas presentes nestes documentos e impostas à atuação docente, analisando-se apenas elas e não as concepções ideológicas

² A atual DCN é proferida pelo Lei Federal n. 13005/2014 que aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e estabelece metas e diretrizes educacionais com vistas a garantir os direitos estabelecidos na Constituição Federal de 1988 e na Lei de Diretrizes e bases da Educação Nacional (LDB/1996). Desta forma estabelece os parâmetros para a estruturação da nova BNCC.

³ Disponível no anexo C.1 - Recorte das Competências Gerais da BNCC

e/ou contrapontos que os circundam. Neste sentido, traremos alguns pontos que tais documentos estabelecem como parâmetros de formação nacional e do território paulista.

A BNCC e o CPEM apresentam como fundamentos de sua criação e estruturas, que os insucessos educacionais, até então se deram porque as DCN anteriores a 2018 apresentavam como principais fatores:

- um excessivo número de disciplinas/componentes curriculares,
- uma desarticulação entre o interesse e realidade dos alunos quanto aos saberes a ensinar e as estratégias e metodologias propostas.

Com isso, produziu-se como efeito, além dos insucessos educacionais, a não continuidade dos estudos ocorridos na transição do ensino fundamental para o ensino médio, tendo como consequência a não conclusão da educação básica de parcela significativa da população brasileira.

As estruturas organizacionais e fundamentações da BNCC e CPEM se baseiam no conceito de Competências e Habilidades⁴, a qual a BNCC interpreta que:

“**competência** é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.” (BNCC, 2018, p. 8)

Estes documentos apresentam que, para aproximar os alunos do atual contexto social com relação aos novos produtos, bens tecnológicos e mundo do trabalho, é necessário fazer uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) nos processos educacionais e no desenvolvimento das competências e habilidades presentes nos currículos estabelecido pelas redes de ensino.

Tanto no CPEM quanto na BNCC, é necessário que os processos de ensino-aprendizagem propiciem aos alunos condições para seu desenvolvimento pessoal e profissional, ou seja, estabeleçam seu Projeto de Vida. Este desenvolvimento, no caso do ensino médio, é estabelecido por meio dos Itinerários Formativos (considerados como cerne da estrutura curricular) e outras ações e pressupostos presentes nos currículos e devidamente alinhados entre si.

Os Itinerários Formativos se caracterizam como espaços:

- para realizar aprofundamentos em uma ou mais áreas do conhecimento, tanto no sentido acadêmico como de formação técnica profissional,

⁴ As competências Gerais e específicas para a área de CNT da BNCC e do CPEM estão descritas no anexo C-Descritivo das competências e habilidades citadas no planejamento da IIR.

- para propiciar o desenvolvimento dos Temas Contemporâneos Transversais (TCT)⁵,
- para desenvolver estratégias de ensino fundamentadas nos conceitos de multidisciplinaridade, transdisciplinaridade e interdisciplinaridade e,
- para trabalhar as relações das componentes curriculares da própria área do conhecimento ou ainda preferencialmente com as demais áreas do conhecimento⁶,
- para atuar com metodologias ativas e pressupostos sociointeracionistas.

Em síntese, além das exposições realizadas até aqui, temos que a BNCC preconiza que os currículos do ensino médio sejam estruturados de forma:

<ul style="list-style-type: none"> • a garantir o prosseguimento dos estudos e promover a educação integral dos estudantes, levando-se em conta: 	<ul style="list-style-type: none"> ○ os aspectos socioemocionais; ○ aprendizagens conectadas a seus interesses e necessidades sociais e do mundo do trabalho; ○ estímulo à autonomia e protagonismo tanto em relação a própria aprendizagem quanto no desenvolvimento de seu percurso formativo e projeto de vida; ○ ações que promovam a cooperação e propostas de soluções de problemas, tanto na realidade local quanto na global.
<ul style="list-style-type: none"> • a preparar para o mundo do trabalho, compreendendo sua complexidade e as constantes mudanças ocasionadas pelo surgimento de novas tecnologias, em especial a comunicação, levando-se em conta: 	<ul style="list-style-type: none"> ○ o trabalho como elemento de produção, de transformação cultural e da própria natureza; ○ resolução de problemas articulados com a realidade e contexto articulando os saberes à prática; ○ e que compreenda que preparação para o mundo do trabalho tem relações com a capacidade adaptativa dos meios de produção e não a profissionalização;
<ul style="list-style-type: none"> • a construir uma sociedade mais justa, democrática e inclusiva por meio do aprimoramento da pessoa humana propiciando espaços que promovam: 	<ul style="list-style-type: none"> ○ o respeito às diferentes opiniões e pontos de vistas por meio do diálogo; ○ a convivência harmoniosa, inclusiva, sem discriminações e preconceitos; ○ preservação dos direitos humanos e participações políticas e social, seja por ações individuais ou coletivas, fundamentadas na liberdade, justiça social, solidariedade e sustentabilidade;

⁵ TCT Disponível no anexo C.9.

⁶ As áreas do conhecimento para o ensino médio estabelecidas pelas atuais DCN e BNCC são: linguagens e suas tecnologias (língua portuguesa, artes, educação física etc.); matemática e suas tecnologias; ciências da natureza e suas tecnologias (biologia, física e química); ciências humanas e sociais aplicadas (filosofia, geografia, história, sociologia etc.); formação técnica e profissional (cursos com viés de profissionalização e atendimento de demandas do mercado de trabalho).

<ul style="list-style-type: none"> ● valorizar os meios de produção de conhecimento e desenvolvimento dos fundamentos científicos e tecnológicos, e a articulação entre as diferentes áreas do conhecimento, respeitando-se: 	<ul style="list-style-type: none"> ○ seus métodos, processos, lógicas, ○ necessidade de constante aperfeiçoamento e desenvolvimento; ○ necessidade de linguagens próprias e, portanto, a necessidade de sua compreensão para a divulgação científica;
---	--

Quadro 1 – Estruturas essenciais estabelecidas pela BNCC que devem estar presentes nos currículos do ensino médio das redes e sistemas de ensino públicos.

1.1 As perspectivas da BNCC e do CPEM para a Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) – Modalidade Ensino Médio

Como citado anteriormente, compete ao ensino médio realizar os aprofundamentos das competências, habilidades e objetos de conhecimento trabalhados no ensino fundamental.

No ensino fundamental, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), com base nas Competências Gerais da BNCC, foram estabelecidas Competências específicas de CNT no ensino fundamental distribuídas nos temas “Matéria e Energia”, “Vida e Evolução” e “Terra e Universo”. Portanto, a mesma dinâmica segue para o ensino médio, sendo ampliadas as competências e habilidades na própria área e estendidas aos Itinerários Formativos.

No ensino fundamental, os temas se desenvolveram por meio de abordagens na perspectiva de solução de problemas e nos conhecimentos trabalhados, enfatizando:

- a análise fenomenológica,
- a iniciação à investigação científica,
- a contextualização com a realidade,
- as relações humanas e o meio natural quanto: ao âmbito de ambiente; ao desenvolvimento corporal e nos cuidados com a saúde e seu desenvolvimento biológico; na análise do sistema solar e seus movimentos relativos.

Cabe desta forma ao ensino médio realizar os aprofundamentos destes temas por meio de utilização e ampliação da linguagem científica como instrumentos de argumentação e tomadas de decisão promovidas pelas três competências gerais de CNT. Podemos estabelecer que as três competências têm como princípios a análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos, proposição de ações individuais e coletivas na solução de problemas, elaboração de modelos interpretativos com elementos dos aspectos éticos e políticos, o desenvolvimento do letramento científico e uso das TDIC na perspectiva da comunicação de suas propostas. Cada uma das três competências se

desdobra em habilidades específicas. A íntegra das três competências específicas de CNT presentes na BNCC estão especificadas no anexo C.2 e alguns desdobramentos em habilidades específicas⁷ das competências disponíveis no item C.3, deste trabalho.

Tais competências e habilidades, como já exposto na BNCC, não possuem uma ordem, sequência ou método de desenvolvimento estabelecido. Neste sentido, as habilidades e competências devem ser abordadas e desenvolvidas ao longo do ensino médio, independente dos espaços e tempos curriculares estabelecidos pelas redes/sistemas de ensino público, uma vez que na constituição destes currículos foram levados em consideração seus aspectos sociais, culturais, econômicos e demais necessidades e elementos locais/regionais como estratégia e referenciamento.

Desta forma infere-se que as situações didáticas e estratégias de ensino podem integrar mais de uma competência e habilidades simultaneamente, ou privilegiar uma ou outra independente da ordem de desenvolvimento, desde que ao final do ensino médio todas as habilidades e competências propostas pela BNCC sejam desenvolvidas.

1.1.1 Algumas especificidades do CPEM, suas relações com a BNCC, o Ensino Médio, a área de CNT e os Itinerários Formativos

No caso do CPEM, no âmbito de ampliação e das adaptações organizacionais com relação às suas características próprias e nas determinações da BNCC, há como cerne “*as competências e as habilidades essenciais para o desenvolvimento cognitivo, social e emocional do estudante paulista do ensino médio, com foco em sua formação integral na perspectiva do desenvolvimento humano*” (SÃO PAULO, 2020. P. 8). Estes seriam elementos estruturantes para o estabelecimento de espaços e tempos do currículo, da gestão escolar e dos itinerários formativos.

Esta perspectiva fornece as diretrizes para que as escolas construam suas propostas pedagógicas com vistas a sanar problemas como a defasagem idade-série, a evasão escolar e as relações dos jovens e adultos com o mundo do trabalho e a empregabilidade. Ela amplia os pressupostos da BNCC, em especial a competência geral 6, as competências socioemocionais e a formação integral do aluno estabelecendo e articulando-se todos os processos com o Projeto de Vida, tornando-o eixo central do processo de ensino aprendizagem de forma a ampliar a significação do ensino e torná-los aptos à sociedade contemporânea. Em sua estrutura percebe-se nas propostas de

⁷ Caso deseje consultar a íntegra das habilidades específicas presentes na BNCC, basta acessar o link http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf e consultar as páginas 555-560.

desenvolvimento das habilidades e competências: a existência de princípios dos quatro pilares da educação⁸; o desenvolvimento de competências socioemocionais; práticas e metodologias colaborativas (para que o estudante amplie o seu conhecimento das necessidades apresentadas pela sociedade contemporânea); momento ao qual deve ser levado em conta as habilidades e competências para o século XXI e o mundo do trabalho. Tais características, de acordo com o CPEM (2020), devem proporcionar condições para a formação de cidadãos críticos, autônomos e protagonistas, aptos a tomadas de decisões conscientes.

Com relação ao mundo do trabalho, o CPEM propõe parte dos itinerários formativos à formação técnica e profissional, de forma a atender as expectativas do mercado de trabalho, tanto no âmbito das “novas profissões” quanto do empreendedorismo autônomo.

Os Temas Contemporâneos Transversais (TCT) são vistos como mecanismo de interlocução entre as atuais componentes curriculares, atuando como elemento integrador e contextualizador dos saberes da área de conhecimento específica e entre as áreas de conhecimento. Seu desenvolvimento deve privilegiar metodologias colaborativas e dialógicas em que o aluno seja o sujeito de sua própria aprendizagem.

A partir destes princípios e dos aprofundamentos pautados no artigo 5º da Resolução Nº 3/2018⁹, a proposta pedagógica da escola deve traçar suas estratégias e ações com base em três eixos formativos: “*formação para a vida, excelência acadêmica e desenvolvimento de competências socioemocionais*” (São Paulo, 2020. P.34), promovendo a autoconfiança, criticidade na tomada de decisões, capacidade de planejamento a curto, médio e longo prazo e considerar seus interesses, história, cultura e valores.

Para tal, a escola deve fazer uso da pedagogia da presença, na qual o diálogo entre o educador e o educando, a horizontalidade na escolha e tomada de decisões são aspectos fundamentais e constantes, proporcionando a esta relação respeito, reciprocidade e

⁸ Os quatro pilares da educação são conceitos presentes na obra DELORS, J. et al. **Educação: um tesouro a descobrir; relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI.** CORTEZ EDITORA. Brasília, 1997. Disponível em <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ue000009.pdf>> e definidos em: aprender a aprender; aprender a fazer; aprender a conviver e; aprender a ser.

⁹ RESOLUÇÃO Nº 3, DE 21 DE NOVEMBRO DE 2018. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino médio. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51281622>. Acesso em: 22/09/2020.

vínculos afetivos, de maneira a desenvolver os quatro pilares da educação e propiciar espaços para a atuação democrática, protagonista e autônoma.

Ao que se refere à inclusão educacional, o CPEM preconiza a necessidade de adaptações (não recortes) das estratégias e atividades, seja com relação à educação especial, à educação quilombola, indígena ou à Educação de Jovens e Adultos (EJA). Para tal, as adaptações devem respeitar toda a noosfera¹⁰ destes contextos, como os aspectos linguísticos, étnicos, culturais, valores, contexto regional, individualidade e heterogeneidade, histórico de vida etc.

Desta forma, o ensino médio deve ser abordado como:

- um processo contínuo de aprendizagem;
- respeitar o ritmo de aprendizagem de cada indivíduo;
- orientar o estudante de forma que seus itinerários formativos estejam articulados com o projeto de vida e;
- promover o aprofundamento das habilidades e competências das componentes curriculares específicas.

Com relação aos aprofundamentos, sugere-se a abordagem interdisciplinar ou ainda, preferencialmente, um trabalho transdisciplinar, articulado com as demais áreas do conhecimento. Para realizar estes trabalhos, seja de forma multi, inter ou transdisciplinar, são recomendados os TCT e os Itinerários Formativos.

Com relação a sua organização curricular, na área de CNT, o CPEM utiliza-se da íntegra das Competências e Habilidades específicas da área de CNT da BNCC

¹⁰ O termo noosfera (escolar) foi empregado inicialmente por Yves Chevallard em sua obra original *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*, na língua francesa (1985) e sua tradução para a língua espanhola sob título de *La Transposición Didáctica: del saber 15ábio al saber enseñado* (1991). Na visão deste autor, os processos de ensino aprendizagem, a transposição didática, é diretamente influenciada pelos sistema de ensino e pela sociedade com seus atores e suas complexidades. A noosfera, portanto, trata-se de conjunto de sistemas e grupos sociais, externos e internos ao sistema de ensino, responsável pela mediação que definirá o que e como ocorrerão a transposição didática que engloba o Saber Sábio, Saber a Ensinar e Saber Ensinado. Para saber mais sobre o conceito de noosfera proposto por Chevallard, indicamos a leitura dos referenciais abaixo:

BROCKINGTON, G. PIETROCOLA, M. **Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna**. 2004, Anais. Jaboticatubas: SBF, 2004. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n3/v10_n3_a5.html>. Acesso em: 18 jun. 2022.

LEITE, M. S. Capítulo 3: Yves Chevallard e o conceito de transposição didática. In: **Contribuições de Basil Bernstein e Yves Chevallard para a discussão do conhecimento escolar**. Dissertação de mestrado. PUC-RJ. Rio de Janeiro, p. 45-73. 2004. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/5269/5269_4.PDF>. Acesso em: 18 jun 2022.

complementando-as por unidades temáticas¹¹ e objetos de conhecimento¹² conforme no recorte apresentado no Quadro 2.

Competências	Habilidades	Unidades temáticas	Objetos de conhecimento
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis	(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.	Vida, Terra e Cosmos	Biologia Conservação e proteção da biodiversidade (unidades de conservação). Bioética (proteção e manutenção da variabilidade genética). Física Sensoriamento remoto da superfície da Terra. Radiação eletromagnética. Óptica (refração e reflexão da luz). Química Química ambiental (políticas ambientais, parâmetros qualitativos e quantitativos: dos gases poluentes na atmosfera; dos resíduos e substâncias encontradas nas águas; dos contaminantes do solo e dos aterros sanitários).

Quadro 2 – Parte do Organizador curricular da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (SÃO PAULO, 2020. P. 159)

Os objetos de conhecimento propostos são sugestões facilitadoras do desenvolvimento das habilidades e competências exigidas, podendo ser readequados, adaptados ou substituídos por outros, desde que: (i) as competências e habilidades sejam desenvolvidas, (ii) atenda-se as DCN por meio de diálogos que envolvam a inter, multi e transdisciplinaridade, (iii) faça uso de estratégias didáticas em que o aluno seja o sujeito da aprendizagem, ou seja, as metodologias ativas e pressupostos sociointeracionistas.

Nas estratégias didáticas realizadas para a área de CNT, é importante que elas contemplem características como:

- Fazer uso de experimentos para contextualizar leis, princípios e fenômenos;
- Abordagem por meio da investigação científica e seus processos envolvendo a observação, experimentos, levantamento de dados, teste de hipóteses e construção teórica;
- Integrar elementos da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) como instrumentos de contextualização;
- Promover a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT).

¹¹ Unidades temáticas: são blocos temáticos que agrupam diversos objetos do conhecimento com proximidade entre si. Em CNT, são: Matéria e Energia; Vida, Terra e Cosmos; Tecnologia e Linguagem Científica. Cada unidade atende a uma competência específica. (SÃO PAULO, 2020. p.151)

¹² Objetos do conhecimento: são conteúdos, processos e conceitos vinculados às habilidades de CNT. Assim, vale ressaltar que o nível de detalhamento e aprofundamento dos objetos do conhecimento devem atender ao que propõem as habilidades a eles correlacionadas. (SÃO PAULO, 2020. p.152)

Com relação aos Itinerários Formativos, no CPEM, eles são tratados como parte da carga horária da parte diversificada e de flexibilidade curricular assim como propõe a BNCC. Neste sentido sua expectativa é de que promova:

- Aprofundamento dos saberes vivenciados na formação geral básica;
- Que tenha relação com o contexto local e a realidade contemporânea;
- Esteja articulado com o projeto de vida do aluno;
- Desenvolva a autonomia no estudante para a tomada de decisões que envolvam sua individualidade e coletividade, sempre pautadas nos saberes historicamente construídos e nas conjecturas sociais;

Com base em seus princípios e organização curricular, os Itinerários Formativos pode ser desenvolvido por uma única área do conhecimento (inter-área) ou em conjunto com uma ou mais áreas do conhecimento (intra-áreas). No entanto, é importante que nas estratégias didáticas, as relações inter e intra áreas do conhecimento ou componentes curriculares, promovam uma visão e compreensão ampla de mundo e apresentem as múltiplas interligações entre si.

Para promover as integrações entre as componentes curriculares e/ou áreas do conhecimento, sua estrutura é dada por quatro eixos para todas as áreas do conhecimento, sendo eles:

I – **investigação científica:** supõe o aprofundamento de conceitos fundantes das ciências para a interpretação de ideias, fenômenos e processos para serem utilizados em procedimentos de investigação voltados ao enfrentamento de situações cotidianas e demandas locais e coletivas, e a proposição de intervenções que considerem o desenvolvimento local e a melhoria da qualidade de vida da comunidade;

II – **processos criativos:** supõem o uso e o aprofundamento do conhecimento científico na construção e criação de experimentos, modelos e protótipos para a criação de processos ou produtos que atendam a demandas pela resolução de problemas identificados na sociedade;

III – **mediação e intervenção sociocultural:** supõe a mobilização de conhecimentos de uma ou mais áreas para mediar conflitos, promover entendimento e implementar soluções para questões e problemas identificados na comunidade;

IV – **empreendedorismo:** supõem a mobilização de conhecimentos de diferentes áreas para a formação de organizações com variadas missões, voltadas ao desenvolvimento de produtos ou à prestação de serviços inovadores com o uso das tecnologias.

(SÃO PAULO, 2020. P. 197)

Estes eixos norteadores se desdobram em competências gerais e específicas de cada área do conhecimento, identificadas por códigos alfanuméricos de forma análoga às habilidades e competências descritas na BNCC e CPEM, conforme pode ser observado nos anexos C.7 e C.8 facilitando a identificação de cada uma das competências gerais e de cada área do conhecimento.

Cada eixo estruturante tem um conjunto de três competências gerais e três competências específicas para cada área do conhecimento, inclusive os itinerários formativos de formação técnica e profissional.

Estes desdobramentos padronizados permitem facilitar a integração dos itinerários formativos entre as áreas de conhecimento com base nas particularidades e semelhanças presentes em cada competência.

Desta forma, o CPEM destaca que nos itinerários formativos, seja nas Competências Gerais ou nas específicas de CNT, os pressupostos metodológicos estão organizados com elementos que contemplam:

- utilização de metodologias ativas;
- abordagem por meio de projetos e articulação com os TCT;
- estímulo ao protagonismo discente por meio de atuação docente como mediador dos processos de aprendizagem;
- indicativo de perfil de saída do aluno ao final do trabalho em cada eixo estruturante e;
- exemplos de objetos de conhecimento a ser articulado na área de conhecimento para aprofundamentos;
- Ser realizados por uma única área do conhecimento ou preferencialmente integrado com outras áreas;
- Não necessidade de linearidade no desenvolvimento das competências e eixos, contudo, ao longo do ensino médio, recomenda-se que o aluno passe pelos quatro eixos dos Itinerários Formativos

No anexo C.10 é possível verificar as integrações na própria área do conhecimento do Itinerário Formativo da área de CNT, referente ao eixo estruturante de Processos Criativos. No anexo C.11, temos um recorte do Itinerário Formativo entre as áreas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e a área de CNT, de modo que é possível notar a semelhança entre as competências específicas das áreas. Isto é evidenciado de forma mais clara no comparativo das competências específicas EMIFCHS02 e EMIFCNT02.

Como é possível observar, as atuais DCN, manifestada pela BNCC para o território nacional e pelo CPEM para o território paulista, estabelece os *saberes a ensinar* como objetivos a serem alcançados e que devem estar contidos no *saber a ser ensinado*. Neste sentido é importante que o professor ao planejar suas atividades leve todos estes aspectos em consideração ao elaborar suas estratégias de ensino.

2 Breve descritivo do referencial teórico

Diante às necessidades apontadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), notamos forte apelo para estratégias de ensino com abordagens interdisciplinares, transdisciplinares e multidisciplinares, ao que tange a Ciência da Natureza e suas Tecnologias (CNT), que proporcionem a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). Nestas estratégias, sugere-se o uso de concepções sociointeracionistas e de metodologias ativas. Este conjunto tem por finalidade a formação de cidadãos críticos, autônomos e aptos a tomadas de decisões conscientes baseadas e fundamentadas pelos saberes escolares e contexto social.

Neste sentido, apresentaremos nesta seção alguns pressupostos sobre a ACT e o uso dos princípios do Ensino por Investigação articulados com a proposta de trabalho interdisciplinar de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR) como uma possibilidade de obter estes objetivos propostos nas DCN.

2.1 Algumas concepções sobre a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) como instrumento de significação e aproximação do fazer científico

Desde que a humanidade optou por criar espaços formativos com princípios de atender as demandas sociais até o que conhecemos hoje como escola, é comum repensar sobre *o quê, como e para quê* se deve ensinar. Estes questionamentos promovem novos modos de enxergar o ensino e seus processos, culminando, muitas vezes, em Diretrizes Curriculares ou em movimentos de tendências de ensino. Nas ciências, tais questionamentos não passam despercebidos e, com isto, dilemas como *por que e para que ensinar ciências?* e *como e o que ensinar em ciências?* são pontos de partida dessa ampla discussão.

Cachapuz (2005), Chassot (2010), Carvalho (2010) e Sasseron (2011, 2014) discutem estes questionamentos a partir de uma breve retrospectiva histórica estabelecendo suas relações com as necessidades exigidas pela sociedade contemporânea e as tendências do ensino de ciências. Estes autores apontam que mesmo com o movimento *ciência para todos*, iniciado na década de 1950, até meados da década de 1970, o ensino tinha um caráter mais conservador e propedêutico por conta das conjunturas e políticas mundiais, sendo os currículos propostos neste período direcionados para a formação de mais cientistas e engenheiros. A partir da década de 1980, inicia-se uma transformação dos processos de ensino de ciências baseado em diversos elementos do movimento citado, adotando-se nos currículos os princípios de

competências e habilidades, que foram moldando-se e reformulando-se até chegar nas atuais concepções expostas pelas DCN.

Assim como nas DCN, tais autores apontam que a ciência deve ser compreendida como uma linguagem facilitadora da leitura do mundo natural e tecnológico de maneira a ultrapassar a barreira da mera acumulação de informações e conteúdos científicos. Esta compreensão indica que o *fazer científico e seus métodos*, quando presentes nas estratégias de ensino de ciências e articulados com a realidade, propiciam condições para o desenvolvimento da criticidade e estruturas para tomadas de decisões e intervenções na sociedade. Estas concepções pressupõem que o atual ensino de ciências é materializado por aspectos éticos, estéticos, políticos e epistemológicos.

Temos como síntese que o *fazer científico e seus métodos* podem ser compreendidos pela elaboração de perguntas para a busca de possíveis soluções, envolvendo os processos investigativos para atender às necessidades humanas e sociais, bem como produzir conhecimentos e tecnologias¹³. Temos que muitas são as perguntas promovidas pela ciência e poucas são as respostas encontradas para as necessidades humanas.

Neste âmbito, cabe ressaltar que quando as perguntas envolvem as complexas relações existentes entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (CTSA), as possíveis respostas também se apresentarão demasiadamente complexas por terem que levar em conta os aspectos éticos, étnicos, culturais, políticos e econômicos presentes em sua proposta resolutiva. Como exemplo, podemos citar perguntas como o problema do aquecimento global ou sobre a fome mundial, em que, apesar de tanta tecnologia e desenvolvimento científico, ainda não sanamos estes problemas. Buscar respostas para estes tipos de perguntas exige muito mais do que os conhecimentos já estabelecidos. Exige, sim, uma articulação entre os diversos saberes e áreas do conhecimento, aprofundamentos e até a produção de novos conhecimentos e tecnologias.

Cientes da realidade educacional pública e de toda a noosfera escolar, é de se supor que o aluno, em seu tempo na educação básica e com o que traz de conhecimento, não chegue nem perto de uma resposta plausível o suficiente, uma vez que nem a

¹³ Esta forma simplificada sobre o fazer científico é uma tentativa de reduzir ao máximo os processos e meios de desenvolvimento da ciência para não estender demasiadamente o texto. Ele não deve ser considerado como descritivo absoluto, tampouco como uma distorção da visão da ciência (embora o pareça). Se assim o fosse, não teríamos tantas literaturas para discutir a filosofia e a epistemologia da ciência que abordam inúmeros autores desde a antiguidade pelos filósofos gregos, os renascentistas como René Descartes, Galileo Galilei, Francis Bacon e aos pensadores da atualidade como Karl Popper, Thomas Khun, Immanuel Kant, David Hume, Imre Lakatos e muitos outros nomes.

comunidade científica, com seus cientistas mais plenos no assunto, consegue propor soluções para estes problemas.

No entanto, pensar sobre o assunto e desafiar os alunos para a busca de tais respostas exigem estratégias que façam o uso da aproximação dos estudantes com os fazeres científicos, que lhes proporcione condições de se posicionar criticamente e de permitir-lhes a elaboração de propostas para a busca de solução de problemas complexos. Mesmo sem uma formação especialista esta pode ser uma saída para eliminar o absentismo presente na realidade escolar, contribuir para a redução do utilitarismo científico ou, ainda, evitar distorções da ciência e o dogmatismo científico. Estas concepções e estratégias são fundamentadas pelo conceito de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) (CACHAPUZ, 2005. PIETROCOLA, 2006. CHASSOT, 2010. CARVALHO, 2010. SASSERON, 2011, 2014.) a qual trataremos alguns de seus pressupostos nas discussões seguintes.

Falar em ACT é primeiro estabelecer uma forma de compreender o mundo, interpretá-lo e promover significados para os mais diversos contextos e fenômenos (CACHAPUZ, 2005. CHASSOT, 2010. SASSERON, 2011, 2014, FOUREZ, 1997). Neste aspecto, a ACT não se estabelece apenas no letramento científico¹⁴, ou seja, no domínio das linguagens próprias da ciência conforme demonstram os livros didáticos e os especialistas dos mais diversos campos de conhecimento, como os médicos, os físicos, os economistas, os engenheiros, os biólogos etc.

Por esta razão é muito difícil estabelecer se um indivíduo é ou não alfabetizado cientificamente, uma vez que para se determinar esta condição é necessário avaliar o quanto é o seu domínio e capacidade de compreensão das ciências, dos fenômenos cotidianos e quais são os níveis de compreensão do próprio letramento científico.

Isto significa que, de alguma forma, qualquer indivíduo presente na sociedade possui algum grau de ACT e os utiliza em seu cotidiano. Para ilustrar, tomamos como exemplo uma pessoa que não domina as diferentes linguagens formais de conhecimento (não escreve/lê, realiza apenas operações matemáticas básicas, desconhece os signos e códigos das ciências etc.) mas pela prática e intuição obtida pela observação da realidade,

¹⁴ De acordo com os autores citados e a Associação de Professores de Ciências dos Estados Unidos (NSTA), o letramento científico pode ser compreendido como a capacidade conhecer e reconhecer os diversos fenômenos presentes no cotidiano, não apenas na concepção factual e de leitura de resultados, mas sim pela capacidade de explicar, analisar, modelar e produzir novos conhecimentos a partir destes fatos observacionais, respeitando-se a cientificidade do processo e suas relações sociais, políticas, econômicas e éticas, estabelecendo-se desta forma como ápice da ACT.

é capaz de construir uma casa devidamente nivelada e com boa pressão no sistema hidráulico, sem orientações/ajuda de um engenheiro. Ou ainda, aquela pessoa capaz de realizar previsões do tempo como possibilidade de chuva, alterações climáticas que satisfaçam suas necessidades e estabelecer possíveis padrões climáticos. Neste caso, estes indivíduos podem ser considerados pessoas não alfabetizadas cientificamente?

É neste contexto que uma abordagem de ensino que tenha como princípios o desenvolvimento da ACT se estabelece. Esta abordagem deve levar em consideração alguns aspectos como:

- O que o aluno traz de concepções de ciência;
- Realizar aprofundamentos de forma gradativa e contínua das ciências e seus métodos e processos com a expectativa de atingir seu objetivo maior, o letramento científico;
- Proporcionar momentos para que os alunos possam comunicar-se e expressar-se fundamentando-se em fatos, dados e conceitos científicos;
- Envolvimento dos estudantes de forma ativa nos processos educativos;
- Contextos¹⁵ que propiciem discutir as relações de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA);
- Formação cidadã;
- Contextos que levem em conta aspectos sociais, políticos, históricos, econômicos e éticos;
- Não tratar a concepção de ciência pura e neutra;
- Interações interdisciplinares e multidisciplinares;
- Problemas concretos e complexos, onde a solução não seja binária, sendo necessário uma avaliação ampla de custo-benefício nas tomadas de decisões;
- Fazer uso dos princípios da prudência e da previsibilidade nas propostas e decisões tomadas;
- Fazer uso da história ciência e epistemologia do conhecimento;
- Considerar ciência como parte da cultura;

¹⁵ O termo contexto que aqui nos referimos não deve ser entendido como uma situação prática do dia a dia para aplicação de um conceito científico, embora também o possa ser. Sua amplitude deve estar relacionada a um cenário, fictício ou real, que permita múltiplas possibilidades de respostas e abertura para discussão com vistas a produzir conhecimentos e respostas o mais adequadas possíveis, de acordo com os objetivos de ensino propostos.

- Utilizar-se da investigação científica como elementos e produção de conhecimento e tecnologias, com reflexões críticas.

Com estes aspectos colocados em prática nas estratégias de ensino, a ACT passa a se estabelecer nos objetivos operacionais dos processos de ensino-aprendizagem. Ela proporciona condições para que estes futuros cidadãos possam discutir, posicionar-se criticamente e mobilizar conhecimentos para as mais diversas problemáticas, sejam elas solicitadas pela atual sociedade ou advindas pelas novas tecnologias e suas relações sociais. Posta desta forma, a ACT proporciona uma formação cidadã, na qual a ciência é colocada como uma cultura geral, com as tomadas de decisões sendo fundamentadas nos princípios da prudência e previsibilidade¹⁶.

Em conclusão, a ACT proporciona a formação de pessoas/cidadãos que conhecem e reconhecem conceitos e ideias científicas, percebendo que o mundo natural ao seu redor com seus fenômenos estão repletos de conceitos científicos, sendo assim impossível dissociar o mundo natural das complexas relações entre CTSA. Desta forma, a ACT desdobra-se em duas dimensões: uma com relação aos aspectos internos das ciências – *processos e produtos* – e outra com relação aos aspectos externos das ciências – *o fazer científico*, promovendo uma cultura científica que extrapola o tempo e espaço escolar. (SASSERON, 2011, 2014)

2.1.1 Os indicadores da ACT nos processos de ensino aprendizagem

De forma a melhor identificar a presença dos elementos e pressupostos da ACT nos processos de ensino aprendizagem, Sasseron (2014), propõe seus eixos estruturantes por meio de três blocos:

- **Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais:** deve mobilizar os conhecimentos científicos necessários para responder a um problema. Em geral sua necessidade está relacionada nos conceitos-chaves que permitem a compreensão de diversas situações.
- **Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática:** onde o conhecimento deve ser compreendido como em constante transformação e, portanto, deve ser continuamente visitado,

¹⁶ O princípio da prudência tem como sentido o equilíbrio em uma tomada de decisão levando fatores e aspectos tanto sociais quanto técnicos, priorizando a segurança, o bem-estar social e o ambiente. O princípio da previsibilidade está centrado na capacidade de prever possíveis fatores que interfiram em uma ação e por fim a descaracterize, enviesando-a para um sentido diferente ao qual foi proposto inicialmente.

testado e complementado, levando em consideração fatos, dados e os contextos sociais e tecnológicos que subsidiaram uma tomada de decisão.

- **Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA):** aborda a complexidade nas tomadas de decisões e suas interpretações, promovendo uma ampla discussão que favorece o uso dos princípios da prudência e previsibilidade.

Assim, planejar uma sequência didática que não atenda a estes três blocos, é o mesmo que dizer que a ACT não ocorre.

Nesta perspectiva a situação de aprendizagem (que pode exigir uma ou mais horas-aula) pode abordar apenas um ou dois dos blocos, dependendo de seus objetivos, processos e necessidades, mas o conjunto das situações de aprendizagem que forma a sequência didática deve contemplar os três blocos.

Para implementação da ACT no planejamento da sequência didática, deve-se levar em consideração alguns indicadores fundamentados no desenvolvimento das habilidades e das estratégias de ensino utilizadas nas situações de aprendizagem. Sasseron (2011, 2014) traz como indicadores:¹⁷

11. **Seriação de informações:** trata-se da base da ação investigativa;
12. **Organização de informações:** Trata-se da organização dos conhecimentos necessários para resolver um problema;
13. **Classificação de informações:** tem como princípios comparar e estabelecer padrões;
14. **Raciocínio lógico:** Em geral percebido nas falas e discussões sobre como são construídas as relações;
15. **Raciocínio proporcional:** com percepção tanto em falas e discussões como em outras formas de produção de conhecimento que demonstrem a estrutura do pensamento e as articulações das variáveis encontradas com o contexto e suas interdependências;
16. **Levantamento de hipóteses:** são ideias que supostamente possam explicar e/ou fundamentar um fenômeno/resposta ao problema apresentado. Pode ser afirmativa ou interrogativa;

¹⁷ A numeração dos indicadores, não indicam uma sequência a ser seguida e processada. Ela foi inserida apenas como uma forma de, posteriormente, utilizar como referência nos textos subsequentes.

17. **Teste de hipóteses:** é quando as hipóteses são colocadas em *check* diante a realização de uma atividade/análise de fatos/dados, ou ainda, após a mobilização de conhecimentos, tanto anteriores como os produzidos;
18. **Justificativa:** é quando ocorrem afirmações que estejam mais próximas da resolução dos problemas apresentados;
19. **Previsão:** é quando as ideias apresentadas conseguem perceber causas e efeitos de uma ação ou fenômeno proposto;
20. **Explicação:** em geral, trazem a justificativa e a previsão em suas explicitações e nem sempre é uma resposta comum ou com total grau de adequação ao problema proposto;

É importante ressaltar aqui que pode ocorrer de os indicadores Justificativa, Previsão e Explicação estarem ligados de forma intrínseca e apresentarem completude de uma ideia, a tal ponto que se apresente na forma de um modelo explicativo que justifica ou possa ser estendido a outros contextos. Ao ocorrer uma situação como esta, têm-se uma outra habilidade desenvolvida, e, portanto, um novo indicador de realização da ACT, a *Proposição de modelos explicativos* (SASSERON, 2014).

Utilizar estes indicadores no planejamento da sequência didática auxilia o professor na seleção e forma de condução das situações didáticas e no estabelecimento dos objetivos de aprendizagem. No entanto, isto não pode ser visto como uma forma de condutivismo do processo. A conduta metodológica deve estar pautada em criar oportunidades para o engajamento e discussões dos alunos, de forma a permitir o desenvolvimento dos indicadores apresentados. Essa abordagem aproxima os estudantes do fazer científico e auxilia na mobilização de conteúdos específicos e próprios das ciências.

2.2 Alguns pressupostos sobre o ensino por investigação como fundamentos para a elaboração de situações de aprendizagem e/ou sequência didática como elementos de promoção da ACT.

O ensino por investigação tem como princípio aproximar o fazer científico do cotidiano dos alunos e é definido por Sasseron (2014) como:

“...uma abordagem didática, pois pode congrega diversas estratégias, das mais inovadoras às mais tradicionais, desde que seja um ensino em que a participação dos estudantes não se restrinja a ouvir e copiar o que o professor propõe.” (SASSERON, 2014. p. 121)

Esta abordagem deve ser estruturada e conduzida pelos docentes de forma que promovam ações e reflexões nos discentes e, portanto, devem estar orientadas para que:

- o professor seja mediador do processo de ensino-aprendizagem;

- seja composto de um cenário que construído por meio de um contexto que propicia a produção de problematizações;
- seja constituído por situações problemas cuja resposta não seja única ou binária;
- o contexto e as problematizações propiciadas criem condições aos alunos para que elaborem perguntas e levantem hipóteses que os levem a construção de um modelo representativo da situação como proposta de solução;
- não se restrinja a demonstrações e aplicações teóricas.

Para melhor compreender estas ações, em especial o contexto e a problematização, encontramos em Ricardo(2011) algumas considerações. Para este autor, a contextualização deve ser interpretada como um mecanismo de articular os saberes desenvolvidos pela ciência (*saber sábio*), ser estabelecida por uma linguagem adequada ao nível de desenvolvimento cognitivo, estruturada pelos programas e diretrizes educacionais, materiais didáticos etc. (*saber a ensinar*) e que os processos de ensino que ocorrem na sala de aula se façam pela transposição didática, de forma que tenham sentido para o aluno. Pode-se aqui partir de uma situação vivencial até sua transposição para outros contextos e situações que transcendam à sua realidade local (*saber ensinado*).

Desta forma, espera-se que as problematizações realizadas pelo contexto tenham sentido para o aluno, não se restrinjam a meras demonstrações e aplicações teóricas. Além disto, elas devem estabelecer parâmetros e objetivos de aprendizagem de forma a “...construir um cenário de aprendizagem, com pontos de partida e de chegada bem definidos” (RICARDO, 2011. p.43).

É neste sentido que o problema deve estabelecer condições para que sejam levantadas hipóteses de forma que os alunos possam elaborar um modelo representativo possível de resposta. Após esta etapa, é necessário retornar ao contexto para verificar a viabilidade de aplicação do modelo/resposta elaborada. Estas ações nas estratégias de ensino permitem a formação de um ciclo reflexivo sobre o contexto e seus problemas. Este ir e vir deste ciclo “*problema*→*hipótese*→*modelo*→*teste*→*necessidade de reavaliar a resposta*” deve ser construído com base no diálogo entre os estudantes, no qual o professor enquanto mediador do processo, mantém o foco da situação de maneira a promover o engajamento e a produtividade dos alunos durante a atividade.

O cenário produzido pelo contexto e suas problematizações pode ter como base a realidade, um problema local, o cotidiano ou ainda uma situação fictícia, desde que estes elementos façam sentido para os alunos¹⁸.

Os experimentos nas ciências são fortes contextos de problematização. Por esta razão, ao propô-los como instrumento para que o ensino por investigação se concretize, seja na forma demonstrativa ou manipulativa¹⁹, eles não podem ser realizados como um roteiro de uma receita de cozinha. Pelo contrário, suas etapas e processos devem permitir a exploração da realidade e possibilitar questionamentos e levantamento de hipóteses, propiciando espaços para a construção de representações teóricas que satisfaçam as perguntas elaboradas e, por fim, representem a realidade.

Pella (1969 apud CARVALHO, 2011, p. 54-55) estabelece uma classificação sobre a realização de experimentos nos processos de ensino com base nos graus de liberdade intelectual proporcionados aos alunos. Esta classificação, observada nos quadros 3 e 4, tem como princípios expor aos docentes o quanto um experimento pode ser investigativo de forma a orientá-lo na condução e formulação dos roteiros experimentais.

	GRAU I	GRAU II	GRAU III	GRAU IV	GRAU V
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P	P	A	A
Plano de Trabalho	P	P	A	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A	A	A	A

Quadro 3 - Graus de liberdade do professor/aluno em aulas de laboratório. (Transcrita de CARVALHO, 2011, Tabela 3.1, p. 55)

Grau de Liberdade	Descritivo metodológico
I	Assemelha-se a uma receita de cozinha, a qual o aluno apenas coleta os dados experimentais. Todas as fases do processo são expostas pelo professor.
II	Mesma característica que o Grau I, contudo, neste grau, é concebida ao aluno a possibilidade de formular conclusões com base nos dados coletados. Em geral tem como função induzir as respostas com base nos dados para que se aproximem das leis e/ou modelos já estudados.
III	O professor ainda é o responsável por declarar os problemas e as hipóteses, porém os métodos de como serão coletados os dados são estabelecidos pelos alunos, que ao final formulam suas conclusões fundamentados no método empregado e nos dados coletados.
IV	O professor problematiza uma situação e os alunos buscam hipóteses e os meios de testá-las e obter assim os padrões que representam ou contextualizam o fenômeno.

¹⁸ Neste caso, levando-se em conta a heterogeneidade de uma sala de aula, deve-se tomar cuidado para não agradar apenas a um grupo seletivo de alunos.

¹⁹ A forma demonstrativa é entendida quando o professor realiza o experimento para que os alunos observem o fenômeno e colem dados de forma coletiva, já a forma manipulativa é quando, sob orientação do professor, os alunos realizam os experimentos para análise fenomenológica e coleta de dados. Em ambos os casos, as análises e coleta de dados podem ser realizadas tanto de forma qualitativa quanto quantitativa.

Grau de Liberdade	Descritivo metodológico
V	Os alunos identificam o problema e buscam o desenvolvimento de todas as etapas. Definem trajetórias e redefinição, quando necessário, para resolver a problemática proposta.

Quadro 4 - Descritivo dos graus de liberdades, baseado em Carvalho (2011, p. 54-56)

De acordo com a classificação proposta, nota-se que os graus de liberdade intelectual IV e V são os que mais se assemelham ao fazer científico, pois delega aos alunos a responsabilidade intelectual de resolver problemas propostos e requerem a problematização, modelização e contexto como alicerces para sua construção. Elaborar estratégias de ensino que envolvam estes graus de liberdade intelectual propiciam as condições ideais para uma formação cidadã na qual a ciência se torna parte da sua cultura geral, ou seja, promovendo a ACT.

Nos graus de liberdade I e II temos o que chamamos anteriormente de roteiros experimentais semelhantes a receitas de cozinha, nos quais a participação do aluno restringe-se basicamente à coleta de dados e à tentativa de visualização de uma teoria por meio de um experimento.

No grau III, temos um estágio intermediário de grau de liberdade. Cabe ressaltar que devido às condições e realidade escolar, determinadas pelas concepções e pré-requisitos dos alunos bem como pela demanda temporal imposta pelos currículos, muitas vezes faz-se necessário que o professor recorra a atividades com este grau de liberdade. No entanto, sendo a ACT colocada como pressuposto e objetivo curricular, deve-se evitar tais situações. Quando optar por atividades com este grau de liberdade, recomenda-se fazer uso da problematização no momento do levantamento das hipóteses, evitando que o processo de ensino aprendizagem se incline para concepções indutivistas ou utilitaristas da ciência.

Desta forma, Carvalho (2011), define alguns aspectos que devem estar presentes para que a abordagem de ensino por investigação e a ACT se consolidem, principalmente quando se planeja seu desenvolvimento por meio do uso de experimentos. Estes aspectos podem ser observados no Quadro 5.

Esta autora ainda nos propõe que uma atuação docente que vise a promoção da ACT e o engajamento dos alunos nas tomadas de decisões, ao serem abordadas por meio de prática experimental investigativa seja manipulativa ou demonstrativa, deve estar pautada em cinco etapas: (1) A proposta do problema experimental pelo professor, (2) Resolução de problemas pelos alunos, (3) A etapa de os alunos apresentarem o que

fizeram, (4) Etapa da procura de uma explicação causal e/ou sistematização e (5) A escrita individual do relatório.

Aspectos	Breve descritivo do aspecto
1. Superação das concepções empírico-indutivistas	Neste aspecto, os alunos devem buscar resolver os problemas experimentais (métodos, análise de dados que justifiquem a problematização e sejam contextualizados por eles), levantar hipóteses com base nos saberes já adquiridos e testar suas hipóteses, retornando à situação inicial com novas hipóteses caso a contextualização não responda a situação problema abordada.
2. Promover a argumentação dos alunos	Fazer uso da argumentação, justificada pelas observações e dados, que permitam transpor os fatos em evidências e assim construir modelos aplicáveis a outros contextos ou que respondam a problematização.
3. Incorporar as ferramentas matemáticas	Fazer uso da matemática para reproduzir padrões observáveis do fenômeno estudado. Pode-se partir de uma análise qualitativa para conceber as principais variáveis envolvidas e verificar quantitativamente sua representação nos dados coletados. O uso do raciocínio lógico proporcional neste processo torna-se elemento estruturante da ação, visto que ele permite estabelecer a relação intrínseca do fazer científico, ao qual a linguagem conceitual da física é traduzida na linguagem matemática e vice-versa.
4. Transpor o novo conhecimento para a vida social	Esta etapa é proporcionada na contextualização e pode ser instigada por meio de novas problematizações que permitam a transposição dos saberes construídos para o cotidiano do aluno, em especial nas relações da CTSA bem como na busca das generalizações conceituais. Neste cenário, é importante que os caminhos e estratégias permitam que os estudantes “...examinem, argumentem sobre e discutam a natureza de boas evidências e decidam sobre alternativas...” (CARVALHO, 2011. p. 60) para que melhor compreendam a natureza das ciências.

Quadro 5 - Aspectos e pressupostos que devem estar presentes no planejamento de práticas experimentais que façam uso do ensino por investigação. (Quadro produzido com base em Carvalho (2011. p. 58-60)

Seus princípios, significados e condutas experimentais tem como fundamentos contemplar os três eixos estruturantes da ACT, uma vez que permitem a compreensão básica de termos e conceitos científicos, a compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática e o entendimento das relações da CTSA. As etapas propostas por Carvalho (2011) estão exemplificadas a seguir:

Etapa 1: A proposta do problema experimental pelo professor: A problematização deve fazer sentido e ser compreendida pelo aluno, ter questões do tipo: “O que estamos procurando? Qual o motivo deste experimento?” como bases para o estabelecimento de um diálogo, para a produção do pertencimento da atividade pelo aluno e a definição dos objetivos.

Conduta no experimento	
Demonstrativo	Manipulativo
Observando as expressões corporais e orais dos alunos	Ir a cada um dos grupos para perceber como estão compreendendo a atividade.

Etapa 2: Resolução de problemas pelos alunos: Tem como princípios observar e mediar as propostas dos alunos sem intervenção, conceber que o “erro” também é uma resposta para a ciência, propor novas hipóteses por meio de perguntas (sem

interferir demais no processo) com base no contexto ou sem sua ampliação caso os alunos não tenham percebido alguns pontos importantes para a construção de um modelo representativo.

Conduta no experimento	
Demonstrativo	Manipulativo
Na problematização conduzir os alunos a prever, observar e explicar o problema. Estimular a criatividade e a observação para ampliar o interesse do aluno. Verificar se suas hipóteses/explicação ocorrem ou não, permitindo discutir os resultados e confrontá-los com suas concepções prévias.	Pela observação em cada grupo, questionar suas observações e dados obtidos, de forma que eles reflitam continuamente sobre o processo e o plano de trabalho por eles estabelecidos e possam construir as contextualizações.

Etapa 3: A etapa de os alunos apresentarem o que fizeram: Os alunos devem expor como resolveram o problema, quais variáveis tomaram como significativas e as evidências obtidas devem estar claras. Neste processo deve-se valorizar as análises qualitativas, visto que estas análises fundamentarão a modelagem matemática ou a construção de conceitos bases.

Conduta no experimento	
Demonstrativo	Manipulativo
Pode ser realizada por meio de roda de conversa e mediada pelo professor que relaciona/articula as falas na lousa.	Pode ser realizada por meio de exposição oral de cada grupo onde o professor sistematiza a ideia de cada grupo no quadro/lousa para posterior discussão de pontos convergentes e divergentes nas propostas apresentadas.

Etapa 4: A procura de uma explicação causal e/ou sistematização: Momento no qual o professor se torna parte do processo de construção do(s) modelo(s) representativos construídos, enfatizando que qualquer teoria é uma proposta que mais se adequa a representação da realidade e está sujeita a revisões e complementações. Atentar-se para que os modelos apresentados tenham suas fundamentações nos dados, fatos e argumentos observados e sejam confrontados com as hipóteses levantadas. A participação do professor deve se estruturar nas propostas e observações dos alunos e não na exposição de conceitos já estabelecidos pela ciência e não arguidos nas hipóteses dos alunos.

Conduta no experimento	
Demonstrativo	Manipulativo
Com base nas argumentações promovidas, nas relações qualitativas e variáveis levantadas, construir junto com os alunos os possíveis modelos propostos, matematizando, formulando ou estabelecendo fundamentos e bases conceituais.	

Etapa 5: A escrita individual do relatório: Etapa fundamental, pois neste momento o aluno realiza grande esforço cognitivo para transpor do discurso oral para o discurso escrito. Este momento propicia aos estudantes a possibilidade de ampliar e refinar seu entendimento do que foi estudado.

Conduta no experimento	
Demonstrativo	Manipulativo
Orientar aos alunos para uma escrita o mais clara possível e articulada com suas exposições orais e anotações realizadas.	

Planejar seqüências didáticas ou situações de aprendizagem que envolvem o ensino por investigação, além de seus pressupostos, também exige dos docentes uma reflexão que leve em consideração os diversos aspectos presentes na noosfera escolar (tempo de hora-aula, quantidade de horas-aula semanais, exigências curriculares etc.). Buscando um equilíbrio neste processo, torna-se fundamental que o docente tenha clareza sobre o que vai ser realizado com os alunos, se fará uso da atividade experimental na forma demonstrativa ou manipulativa, o nível de aprofundamento dos objetos de conhecimento a serem mobilizados, a organização dos materiais e sua distribuição para a execução dos experimentos, o local de realização etc.

Uma sugestão com vistas a facilitar esse planejamento pode estar na “negociação” com os alunos sobre o tempo que será demandado para as ações, porém, o professor deve ter o cuidado de não engessar o processo ou torná-lo em um fator de “pressão” e acabar transformando o processo investigativo em empírico-indutivista.

Com relação ao material experimental, deve estar atento se:

- Produzem distorções fenomenológicas e observacionais que ao invés de propiciar condições observáveis e de aprendizagem, possam criar distorções interpretativas;
- Que preferencialmente seja familiar ao cotidiano do aluno para que não se desprenda muito tempo para sua compreensão e operacionalização bem como a atenção do aluno se volte exclusivamente a sua manipulação e compreensão pela novidade lhe apresentada, deixando de lado o objetivo central da atividade;
- Fácil acesso e baixo custo dos materiais, lembrando que baixo custo não necessariamente sejam materiais recicláveis, mas sim de custo e obtenção acessíveis;

- Sempre que possível, principalmente na coleta e análise de dados, fazer uso das tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC), como planilhas eletrônicas, construção de gráficos, editores de textos, ambientes digitais colaborativos, blogs como mecanismos de divulgação científica da produção dos alunos etc.;
- Se na manipulação pode expor os alunos ou ao próprio professor a situações de riscos;
- Se o espaço físico está adequado para a realização da atividade, seja ele a sala de aula, o laboratório, pátio, refeitório, quadra ou qualquer outro espaço físico.

2.3 Uma breve descrição sobre as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR) e seus pressupostos teóricos.

Embora a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) e o Ensino por Investigação apresentem diversos elementos importantes e estruturantes como uma possibilidade de planejar sequências didáticas que atendam os objetivos e pressupostos pertencentes as atuais Diretrizes Curriculares Nacional (DCN), encontramos na metodologia proposta por Gérard Fourez²⁰, as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR), um fazer mais prático e estruturado para este fim.

Cabe ressaltar neste momento que embora este autor esteja entre os quatro teóricos mais citados do mundo no âmbito dos princípios e propostas filosófico metodológicas para a educação em ciências com ênfase na interdisciplinaridade e segundo autor mais citado no mundo no âmbito da epistemologia da interdisciplinaridade (MOZENA e OSTERMANN, 2014 apud MOHR et al., 2019, p. 2) a metodologia por ele proposta é pouco difundida no território brasileiro. Mohr et al. (2019) destaca que suas obras foram pouco traduzidas para a língua portuguesa o que nos leva a inferir que a barreira da linguagem possa ter contribuído para que sua metodologia tenha sido pouco abordada em nosso território²¹.

²⁰ As obras na qual Fourez desenvolve e propõe a metodologia denominada de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade são *Alphabétisation scientifique et technique* disponível apenas na língua francesa (Fourez, G. *Alphabétisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*. Paris: De Boeck Université, 1994. ISBN 2804119580) e sua tradução para o espanhol na obra *Alfabetización Científica y Tecnológica* (FOUREZ, G. *Alfabetización Científica y Tecnológica*. Elsa Sarría (traductor). Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997. ISBN: 9505816375) da qual estruturamos os fundamentos que apresentamos com base em traduções próprias e devidamente referenciada neste produto.

²¹ Por esta razão, daremos maior ênfase nas literaturas de pesquisa e publicações acerca das IIR realizadas e publicadas no território brasileiro, uma vez que no Brasil, de acordo com (MOHR, 2019), elas foram desenvolvidas em sua grande maioria, nos cursos de pós-graduação da Universidade Federal de Santa Catarina por meio de propostas didáticas e formação de professores e divulgados em diversos artigos e periódicos, destacando-se os anos de 2014 a 2016.

As concepções e pressupostos discutidos sobre a ACT e o Ensino por Investigação dialogam plenamente com as concepções apresentadas por Fourez na IIR e suas etapas diferenciando-se pela ênfase que este autor atribui ao fazer uso da interdisciplinaridade como elemento estruturante para o desenvolvimento da ACT.

Dentre os diálogos apresentados destacamos os seguintes aspectos:

- As complexidades apresentadas pela realidade estruturadas por meio de um projeto que apresenta uma situação-problema;
- A possibilidade de eliminar-se o presenteísmo nas atividades escolares dada as participações ativas dos alunos nos processos e etapas presentes na metodologia proposta;
- No estabelecimento de diálogos entre os saberes escolares e a realidade por meio das relações entre CTSA;
- Na aproximação entre o fazer científico por meio de proposta de modelos representativos da realidade que carregam consigo tanto os aspectos internos das ciências (processos e produtos) quanto aos aspectos externos a ela (o fazer científico), em momentos com e em outros sem a ajuda de um especialista;
- No desenvolvimento contínuo e gradativo dos saberes necessários para a formação de cidadãos conscientes e capazes de intervir na realidade que o cerca;
- No uso das concepções socioconstrutivistas nos diversos momentos e que propiciam uma construção gradativa e contínua da aprendizagem;
- Nas tomadas de decisões fazendo uso de princípios éticos, estéticos, políticos que podem, e devem, ser estruturados pelos princípios da prudência, previsibilidade, razoabilidade realizados por meio das negociações necessárias na elaboração de modelos representativos;
- Na possibilidade da abordagem didática do Ensino por Investigação em cada uma das etapas proposta por Fourez para o desenvolvimento das Ilhas de Racionalidade (IR) e na conclusão da IIR²², onde a elaboração de sua

²² Ao nos depararmos com o Ensino por Investigação, notamos claramente a atuação do professor como um mediador do processo de ensino aprendizagem e fazer uso dos conhecimentos prévios dos alunos, e, portanto, o uso explícito da concepção sociointeracionista enquanto postura didática, também estabelecida por Fourez para o desenvolvimento das etapas da IIR.

situação problema já busca um determinado fim, ou seja, um produto que busque uma representação da realidade;

- Na possibilidade de compreender que o conhecimento presente não é um fim em si mesmo e está fadado a constantes revisões, complementações e aprimoramentos.

Além destes diálogos, Fourez (1997, 1998, 2001) estrutura sua metodologia a partir da ideia de que no atual contexto social um problema/necessidade por ele apresentado, por mais simples que se apresente, sua resposta estará imbuída de tanta complexidade que uma única disciplina não é suficientemente capaz de apresentar uma proposta de solução plausível que atenda a sua real necessidade. Para a busca de uma solução que abarque o máximo possível das complexidades envolvidas, é necessário recorrer aos múltiplos conhecimentos, ou seja, as diversas disciplinas, especialistas e especialidades que contemplam os saberes, momento ao qual a multidisciplinaridade e a interdisciplinaridade ganham campo de atuação como estrutura fundamental para o desenvolvimento da ACT.

Para Fourez (1997) a multidisciplinaridade é estabelecida a partir das visões parciais que cada componente curricular e/ou área do conhecimento possui acerca de um determinado fenômeno, não sendo necessário haver convergência/diálogo entre elas. Estas visões parciais são modelos representativos do fenômeno construídos a partir do estabelecimento de situações de contorno e estruturados pelos paradigmas já presentes na própria disciplina. O autor denomina a elaboração destes modelos representativos com visões parciais de construção de uma Ilha de Racionalidade.

Desta forma podemos perceber que um problema apresentado pelo atual contexto social várias Ilhas de Racionalidade serão necessárias, cada uma com seu enviesamento caracterizado pelos seus paradigmas e repertório cultural dos especialistas, especialidades e atores envolvidos.

Para o autor, a interdisciplinaridade é vista como um método para construir modelos/projetos que permitam a negociação, ou seja, avaliar prós e contras, a viabilidade, a aplicabilidade e desta forma prezar pelos princípios da razoabilidade, previsibilidade e prudência.

Por esta razão perguntas simples como “*o que é isso?*” e “*o que vamos levar em consideração?*” são elementos estruturantes para mobilizar o máximo de informações (contidas nos diversos *saberes à ensinar*) e desta forma construir uma representação ou modelo que atinjam os objetivos propostos da melhor maneira possível.

Esta forma de mobilizar as informações, não descartam as disciplinas e/ou especialistas, ou seja, as Ilhas de Racionalidade construídas, mas se utilizam delas com suas visões parciais e limitadas pelos seus paradigmas de forma que suas contribuições forneçam subsídios para uma negociação na concretização de um projeto (FOUREZ, 1997. FOUREZ, 1998) e/ou resolução de um problema. É esta proposta de construção de um modelo ou projeto que Fourez designa de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade.

No processo recomenda-se que o diálogo estabelecido nas negociações entre as diversas IR para a concretização do projeto/proposta de modelo deva ser realizado com base no método científico, em especial o proposto de Claude Bernard (1813-1878) em que se faz o uso da tese, antítese e síntese. Nesta forma de negociar, muitas das decisões terão ligação com o repertório cultural dos observadores, dos especialistas e disciplinas envolvidas, demonstrando que na ciência não há neutralidade/passividade e que são estes fatores que demonstram a utilidade observacional e do projeto.

Fourez (1995 apud BETTANIN 2003, p. 17-20) traz algumas concepções sobre o método científico e suas características onde:

- Nem sempre a falseabilidade apresenta clareza na contestação de uma lei ou teoria;
- A produção de conhecimento é fruto da cultura do indivíduo que o produziu, portanto é enviesada de crenças, valores e contexto social;
- As práticas científicas surgem de uma necessidade, de um problema, e isto resulta em um projeto que permite a melhor representação possível da realidade;
- Uma teoria ou conceito só é aceito quando aprovado pela comunidade científica, e, portanto, qualquer teoria subjetivada exclusivamente pelo pesquisador, que venha a romper os paradigmas e dogmas fortemente constituídos pela comunidade científica, está fadada a rejeição²³;
- A dialética trata-se de um processo de construção e desenvolvimento de um projeto para elaboração de um modelo representativo, assim, Fourez (1995 apud BETTANIN (2003, 21) e SCHMITZ (2004, p. 49)) defende o uso do

²³ O termo rejeição aqui utilizado, não significa que a teoria ou conceito apresentado pelo pesquisador esteja errado ou dissonante da representação da realidade, mas sim que ele será rejeitado dada a incapacidade da comunidade científica e a sociedade de compreender a subjetividade proposta pelo pesquisador. Na história da ciência temos diversos embates deste tipo, aos quais fatores sociais, políticos e econômicos impedem que uma pesquisa seja aceita e validada de imediato, sendo muitas vezes falseada e/ou validada posteriormente ao contexto e tempo no qual se originou.

socio construtivismo por tratar-se de “... *uma visão epistemológica que considera as dimensões sociais da construção de saberes.*” (BETTANIN, 2003, p. 21) em que a negociação é elemento crucial para a elaboração final do projeto.

Estas concepções têm por finalidade fazer com que os alunos percebam que as verdades científicas e o conhecimento não surgem do nada, não caem do céu visto que “... *a ciência aparece como um processo humano, feito por humanos, para humanos e com humanos...*” (FOUREZ, 1995, p. 95. FOUREZ, 1997, p. 52) produzidos para sanar e/ou compreender situações que lhe são impostas e buscar as melhores alternativas possíveis. Portanto, o contexto social é fundamental para se compreender a episteme de produção do conhecimento.

Pelos parâmetros apresentados, as IIR enquanto método proposto por Fourez (1997) tem como objetivos o desenvolvimento da ACT e para um profícuo desenvolvimento desta metodologia é necessário que o docente, ao elaborar e planejar uma IIR e suas etapas reflita e contemple no processo o que ele denomina de objetivos operacionais da ACT. Como objetivos operacionais descritos por ele temos:

- O desenvolvimento da autonomia, da comunicação, domínio e capacidade de negociação como objetivos centrais
- O bom uso dos especialistas
- O bom uso das caixas pretas²⁴
- O bom uso de modelos simples
- O bom uso de modelos interdisciplinares para produção de conhecimento (Ilhas de Racionalidade)
- O bom uso de metáforas e comparações
- O bom uso das traduções
- O bom uso da negociação

²⁴ Caixa preta, de acordo com Sardi (2020) e Silva et al. (2016), trata-se de um conceito proposto pelo filósofo e sociólogo francês Bruno Latour que se refere às teorias e aos fatos científicos já estabelecidos e tomados como reais. No entanto, para aqueles que desconhecem os letramentos e signos próprios das ciências em sua forma de comunicar-se e difundir-se, tais fatos e teorias se assemelham a caixas pretas que precisam ser abertas. Este termo deriva de esquemas e fluxogramas das ciências associadas a robótica, automação etc. onde se considera apenas os inputs (entrada de dados) e os outputs (saída de dados), sendo a caixa preta a representação de toda uma complexidade responsável por este processo. Desta forma, uma caixa preta pode ser compreendida, para um leigo em determinado campo do conhecimento, como constituída por n-fatos e teorias já consolidadas e tidas como verdades, ou seja, os paradigmas das ciências, que justificam as transformações dos inputs nos outputs. No entanto, para que se compreenda o processo do input para o output, tais caixas pretas necessitam ser abertas e examinadas.

- O bom uso da articulação entre os saberes e as decisões
- O bom uso dos debates técnicos, éticos e políticos

2.3.1 As etapas e processos de construção de uma IIR

Como ideias centrais acerca da metodologia das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR), proposta por Fourez (1997), temos sua estrutura composta de oito etapas que tem por objetivo dar significação à aprendizagem por meio das relações e dependências entre os diversos saberes que deverão ser mobilizados (científicos e não científicos²⁵). Tal significação está fundamentada em um contexto que deve se mobilizar, dialogar e aprofundar nos *saberes sábios e à ensinar*, levando-se ainda em consideração os saberes não científicos nesse processo, culminando em uma forma de comunicação materializada em um produto final.

Este produto trata-se da construção de um modelo representativo do contexto e das necessidades impostas por ele, portanto os fatores éticos, culturais, políticos e estéticos são bases para sua adequação. São a partir dessas concepções que esta metodologia se estabelece como interdisciplinar. Antes de apresentarmos os delineamentos e significados de cada etapa, traremos à discussão algumas considerações que devem ser levadas em questão na estruturação das IIR bem como algumas suplementações dadas por outros autores.

As metodologias de ensino por projetos são propícias para se realizar abordagens que façam uso da multidisciplinaridade e/ou interdisciplinaridade. Nestas abordagens, para a elaboração de um produto final são necessárias realizar negociações que, devido as inúmeras contribuições promovidas pelas disciplinas envolvidas e/ou por especialistas, na elaboração do produto final corre-se o risco da atividade esvair-se ao nada ou que o projeto torne-se interminável. Por estas razões que Fourez (1997) alerta para a necessidade de estabelecer os objetivos e delimitar o tema²⁶ de forma que as negociações permitam a elaboração do produto final. Neste sentido, Schmitz (2004) reforçando os princípios de Fourez quanto à negociação, nos revela que:

²⁵ Como saberes não científicos, podemos compreender os saberes da vida cotidiana, como os culturais e populares, uma vez que tais conhecimentos não são fundamentados ou ainda validados pelas ciências, mas necessários em processos concretos. Algumas vezes estes conhecimentos são estruturados nos moldes de modelos científicos e tecnológicos mas sem a cientificidade estabelecida.

²⁶ A delimitação do tema é muitas vezes estabelecida por um contexto. Neste sentido, deve-se tomar cuidado para que o contexto não seja demasiadamente fictício, pois caso isto ocorra, hipóteses extremamente fictícias podem surgir e, por consequência, inviabilizar a conclusão da IIR. Na prática docente é comum utilizar-se de contextos fictícios, mas sempre que o fizer, é preciso buscar um fundo com a realidade.

“É necessária uma negociação compromissada com o projeto e com o produto final, considerando quem, onde está sendo realizado o projeto e para que, para quem, como e quando será apresentado o produto final. Estes elementos podem nos auxiliar a definir critérios para saber quais são “as coisas” negociáveis na abordagem e que estabelecem um compromisso com o projeto (situação problema).” (SCHMITZ, 2004, p. 40)

Desta forma a interdisciplinaridade se concretiza no produto final visto que para se realizar as negociações foram necessários relacionar os saberes científicos, culturais, éticos, políticos, estéticos, econômicos etc.

O produto estabelecido pode ter caráter mais utilitário (mais pragmático) ou teórico (noções, cultura e um contexto geral). Seja qual for o tipo, no processo, ambos os aspectos (utilitário e teórico) estarão presentes pois durante a seleção e abertura das caixas preta algumas delas serão trabalhadas em maior profundidade enquanto outras apenas nas noções e superficialidade. Por esta razão, as IIR são classificadas em dois tipos: um que se organiza em torno de uma situação concreta, em que o produto promove uma ação, e o outro tipo que se organiza em torno de uma noção, na qual o produto tem como finalidade uma representação teórica e multidisciplinar de uma dada situação.

As etapas propostas para a realização das IIR, embora pareçam estar organizadas para serem seguidas como “receitas”, com uma certa lógica de desenvolvimento de início, meio e fim, elas podem e devem ser flexibilizadas e adequadas, tanto ao tempo de realização de cada uma das etapas, como também serem realizadas em movimentos de vai e volta entre elas. O que definirá as ordens, aprofundamentos, tempo de cada uma delas, se ocorrerão com duas ou mais etapas simultaneamente ou não, serão os objetivos propostos para o projeto e as negociações com os atores envolvidos.

Justamente neste quesito organizacional que Schmitz (2004) propõe a etapa zero, uma etapa adicional da proposta original de Fourez, que trata da organização da IIR antes de iniciar as negociações com os alunos. Por esta razão, tal etapa leva em consideração toda a noosfera escolar bem como a definição do tipo de IIR que será realizada.

No cenário ideal, é importante que em um trabalho interdisciplinar haja a participação de vários professores de cada uma das disciplinas envolvidas e participação ativa de especialistas externos. No entanto, sabemos que muitas vezes isto não é possível. Diante de tal situação, o próprio Fourez (1997) aponta a possibilidade de que um professor de uma única disciplina desenvolva um trabalho interdisciplinar. Para tal feito, torna-se necessário que esse professor se familiarize com os conhecimentos que estão fora de sua especialidade e que serão envolvidos no projeto. Cabe lembrar que o objetivo central da proposta metodológica que estamos discutindo é proporcionar aos alunos uma visão mais ampla dos saberes e suas relações com a realidade, promovida pela IIR.

Por fim, listamos abaixo as nove etapas das IIR, sendo a etapa zero a complementação apontada por SCHIMITS (2004) e as oito etapas propostas por Fourez (1997):

0. A organização inicial e suas etapas (SCHIMITS, 2004).
1. Fazer um clichê.
2. Realizar um panorama espontâneo.
3. Consultas à especialistas e especialidades.
4. Ir à prática ou descer ao terreno.
5. Aprofundamento da abertura de uma ou outra caixa preta e a descoberta dos princípios disciplinares que sustentam uma tecnologia.
6. Esquematização global.
7. Abertura de caixas pretas sem ajuda de especialistas.
8. A síntese da ilha de racionalidade e o modelo final.

2.3.2 Etapa zero: A organização inicial de uma IIR

A etapa zero, proposta por Schmitz (2004), trata-se de uma síntese dos diversos apontamentos realizados por Fourez, tanto em sua principal obra quanto nos demais documentos que discute as IIR e suas etapas, e nos relatos de algumas experiências com essa abordagem desenvolvidas no território brasileiro. Esta síntese tem como princípios auxiliar e propor reflexões aos docentes no planejamento e desenvolvimento de uma IIR, de forma a manter os pressupostos teóricos estabelecidos pelo idealizador desta metodologia.

Schmitz (2004) propõe que durante o planejamento e a organização de uma IIR é necessário (a) elaborar a situação problema, considerando suas implicações e necessidades; (b) ter conhecimento da realidade; (c) elaborar o plano de trabalho; (d) estabelecer os objetivos; (e) elencar os recursos necessário; (f) definir como e em qual momento ocorrerá a avaliação; (g) listar os conteúdos e objetos de conhecimento e; (h) listar as linhas de ação para, em seguida, partir para as oito etapas de Fourez.

a. A elaboração da situação problema:

A elaboração da situação problema é a principal parte do planejamento de uma IIR. Nela será estabelecida a intencionalidade do ensino, as delimitações do projeto que servirão de aporte para a condução e negociações no desenvolvimento da IIR, as relações de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e os fatores humanos e sociais como elementos de promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). A

intencionalidade pode ser baseada nos *saberes a ensinar* ou na necessidade presente no cotidiano do aluno e/ou comunidade escolar, ou ainda em uma articulação entre estes dois pontos.

Para Fourez (1998, p. 10 apud SCHMITZ, 2004, 67-68), os principais elementos de uma situação problema são o contexto, a finalidade do projeto, os destinatários e o tipo de produto.

No *contexto* é necessário avaliar os recursos (humanos e materiais), os princípios e valores dos “produtores” da IIR e a sua relação com a situação problema.

A *finalidade do projeto* permite estabelecer as linhas de ação da IIR, seus processos, etapas e as negociações para que se construa um produto que tenha como princípios a interdisciplinaridade.

O *destinatário* possui relação direta com a finalidade do projeto, visto que o produto será uma forma de comunicação entre ele e os atores da IIR. Portanto, o modelo teórico a ser apresentado deve levar em conta o nível de aprofundamento realizado, os interesses e o repertório cultural de todos os envolvidos.

O *tipo de produto* é estabelecido pelos atores do projeto e pode ser apresentado em vários formatos, como site, vídeo, folheto, relatório, maquete, protótipo etc. desde que devidamente relacionado com os demais elementos da situação problema.

São nestes elementos da situação problema que as delimitações do tema se apresentam como determinantes, visto que elas permitirão a viabilidade da IIR como um todo, inclusive com relação ao tempo de execução, considerado muitas vezes como um problema dadas as necessidades apresentadas pela noosfera escolar.

Cabe retomar que uma IIR tem como princípio o desenvolvimento dos objetivos gerais da ACT por meio do estabelecimento de novos modos de perceber, de agir, de pensar e de ser (SCHMITZ, 2004).

Neste sentido a organização acerca da elaboração da situação problema não pode ser vista como um processo rígido, engessado, como ocorre geralmente na elaboração dos planos de ensino, na qual os currículos determinam os saberes a ensinar e o professor os organiza sem a participação dos alunos. Ao contrário disto, esta organização tem como fundamento auxiliar o docente em seu planejamento e permitir um norte para orientar o desenvolvimento das IIR. Isso porque as aberturas de caixas pretas e, conseqüentemente, os conteúdos que serão abordados e rumos do projeto na concretização do produto são decididos pelos atores envolvidos no processo e nas negociações estruturadas pelos objetivos estabelecidos.

A atuação docente se destaca na definição e elaboração da situação problema com base na sua intencionalidade, que deve ser muito bem estabelecida para que se permita mobilizar os saberes necessários nas diversas etapas da IIR, momentos nos quais o professor assume o papel de mediador no processo.

b. *O conhecimento da realidade*

Este item é estabelecido pelo conhecimento do professor acerca do perfil e dos interesses dos alunos, do contexto social ao qual estão imersos, dos recursos humanos, financeiros e materiais que poderão estar disponíveis, entre outros aspectos relevantes para que a IIR se torne factível.

c. *A elaboração do plano*

Em uma IIR, o plano de ação é elaborado pelos alunos na etapa do *panorama espontâneo*.

Tomando o papel do docente apresentado no tópico (a) *a elaboração da situação problema*, ressaltamos que o professor é o principal responsável pelas ações pedagógicas a qual se dá pelo planejamento e desenvolvimento do plano de ensino.

Contudo, no planejamento que aqui se propõe o docente não perde esta função, apenas a modifica onde a ação de selecionar e estabelecer os processos passa a tomar forma na ação de levantar as possíveis ações e caminhos e processos que possam surgir durante o desenvolvimento da IIR e inclusive possam se tornar objetos de negociação com os alunos.

Dentre as ações e elaboração do plano Schmitz (2004) destaca:

- A determinação da periodicidade de apresentação dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos;
- A quantidade de aulas necessárias para desenvolver a IIR;
- A forma e o como será a avaliação;
- A possibilidade de permitir como os alunos escolherão sua forma de trabalho (grupos, momentos individuais, divisão de tarefas etc.);
- Determinar alguns elementos da situação-problema;
- Outros aspectos que o professor considere relevante ao processo visto os objetivos estabelecidos.

d. *A determinação dos objetivos*

Os objetivos, assim como em qualquer processo de ensino aprendizagem, são essenciais para se elaborar a situação problema e para a organização da IIR.

Como muitos são os objetivos da ACT, Fourez (1995a apud SCHMITZ, 2004, p. 79-80) os classifica em quatro eixos:

- Objetivos educacionais ou gerais: tem como fundamentos uma formação epistemológica que levam em conta os eixos econômico-político, social e humanista.
- Objetivos pedagógicos: como o domínio, a Autonomia e a comunicação.
- Objetivos operacionais ou específicos: que tratam de um maior detalhamento dos objetivos educacionais por meio “dos bons usos” das caixas pretas, modelos simples etc.
- Objetivos de ordem didática: que serão desenvolvidos de acordo com as oito etapas da proposta da IIR.

e. Os recursos

Como recurso podemos compreender qualquer coisa que sirva como fonte de informação e produção do produto da IIR. Assim, podemos elencar os recursos basicamente em dois tipos, os humanos e os materiais.

Como recursos humanos temos todos os envolvidos na IIR, inclusive as pessoas que atuam na escola, a comunidade escolar, os destinatários e os especialistas que poderão ser consultados.

Como recursos materiais compreende-se todo e qualquer material que venha a ser utilizado na IIR como livros, textos, visitas a espaços formais e não formais de ensino²⁷, internet, equipamentos etc.

Muitas vezes alguns recursos, sejam eles materiais ou humanos, podem não estar disponível para aquele momento específico de desenvolvimento da IIR. É nesta concepção que esta listagem de recursos é extremamente útil uma vez que se trata de uma previsão, torna possível fazer os ajustes necessários, ou seja, estabelecer um “plano B”.

f. A avaliação

A avaliação é instrumento presente em todo processo de ensino-aprendizagem com funções pedagógico-didática, de diagnóstico e de controle. Ela tem como princípios

²⁷ Como ambiente não formal de ensino, podemos compreender qualquer espaço que sirva como fonte de exploração e desenvolvimento de aprendizagem como museus, bibliotecas, visita em fábricas, espaços públicos, cinema etc. sejam eles institucionalizados ou não. Para saber mais sobre estes espaços indicamos o artigo “A caracterização dos espaços não formais de educação científica para o ensino de ciências” de QUEIROZ et al. <disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/20/17>> - acesso em 02 dez 2021

verificar, por meios qualitativos e quantitativos a aprendizagem dos alunos, o que a torna indispensável no cotidiano escolar.

Villatorre et al. (2009) destaca que em processos de ensino aprendizagem com propostas construtivistas a avaliação deve estar centrada no diagnóstico da situação de ensino e aprendizagem que leve em conta todo o processo educacional. Assim o processo avaliativo deve se estabelecer por meio de feedback que permita o diagnóstico da assimilação e compreensão dos conteúdos frente as metodologias e didáticas utilizadas como instrumento para orientar o aluno sobre seu processo de aprendizagem e assimilação dos conhecimentos e que permita ao professor retomar e reorientar suas estratégias didáticas e metodologias empregadas. Esta concepção de avaliação permite que cada etapa da IIR possa ser considerada como um elemento avaliativo.

No entanto, deve-se tomar cuidado para que o excesso de avaliação não torne o processo enfadonho e exaustivo. Por esta razão convém ao professor, articular a avaliação aos objetivos propostos, deixar claro os critérios e negociá-los com os alunos bem como encontrar um equilíbrio entre eles no processo, seja ele contínuo, em tempo real ou ainda ao final do projeto.

g. *Listar os conteúdos e objetos de conhecimento*

Como o próprio nome do título sugere, neste momento é importante que o professor elenque o máximo possível dos conteúdos e objetos de conhecimento presente na IIR, assim como ocorre na elaboração dos tradicionais planos de ensino ou ementa de uma disciplina²⁸.

É importante que esta fase do planejamento da IIR ocorra como o sugerido no tópico (c) *elaboração do plano*, em que a ação de selecionar passa a ter o caráter de prever possibilidades. Tal atitude é requerida do docente uma vez que em uma IIR os conteúdos abordados dependerão das caixas pretas que poderão ser abertas durante o desenvolvimento do projeto.

Desta maneira, listar as habilidades e conteúdos que contemplarão uma situação-problema de uma IIR não significa estatizar e hierarquizar o processo, mas sim uma possível previsão de quais caixas pretas podem surgir e conseqüentemente prever quais

²⁸ Como uma IIR é uma proposta interdisciplinar, deverão também ser listados os conteúdos e objetos de conhecimento das diversas disciplinas e áreas de conhecimento envolvida. Note-se que neste aspecto, mesmo que a IIR seja desenvolvida por um único professor/disciplina torna-se necessária sua familiarização com as demais disciplinas/área do conhecimento ou ainda a consulta aos demais profissionais que poderiam estar envolvidos para elaborar esta lista.

caminhos, bifurcações, necessidades de especialistas e negociações poderão ser necessárias para o desenvolvimento do produto da IIR e seus objetivos.

h. Listar as linhas de ação

Listar as linhas de ação pode ser compreendida como o estabelecimento de todas as estratégias que serão utilizadas para o desenvolvimento da IIR e o como poderão ocorrer as transições e realização de cada uma de suas etapas. Esta ação deve prever as possibilidades e desdobramentos com base nas estratégias de forma a manter o foco nos objetivos propostos.

De forma a ilustrar os pontos destacados para a etapa zero, trazemos ao contexto o diagrama de Schmitz (2004) em que ilustra as relações de cada item por ele apontado.



Figura 1 - Síntese apresentada por Schmitz (2004, p. 94) como forma de quadro acerca da elaboração da etapa zero.

Cabe ressaltar que, na definição da situação-problema e/ou problematização, a ação docente é fundamental para que não ocorra um esvaziamento da atividade ou possa

torná-la interminável ou não concretizável. Portanto, a ação docente no delineamento da situação-problema/contextualização “...*pode ser interessante o professor determinar alguns (ou todos) elementos da Situação-Problema*” (SCHMITZ, 2004, p. 91) como os destinatários, origem, contexto, finalidade e produto final.

2.3.3 A etapa do “clichê”

O clichê proposto por Fourez (1997) tem como princípios introduzir os alunos na situação problema, estimulá-los a busca de soluções, realizar os levantamentos prévios dos alunos com relação ao tema bem como imergir o aluno na IIR com vistas a definição de um produto para ela²⁹. Ele pode ser estabelecido por meio da leitura e discussão de textos, um vídeo, uma palestra, a apresentação ou desmontagem de um equipamento entre muitas outras situações possíveis. Independente da forma que possa ser realizado ele deve promover debates e levantamento de hipóteses e/ou explicações dos alunos, razão pela qual na mediação docente, fazer uso de questões como as abaixo tornam um terreno amplo e fértil de exploração da realidade/contexto.

“O que é? Para que é isso? Que práticas ela substituiu, e por quê? Como funciona? Quem usa essa técnica? Que vantagens ele tem? Como ela nos força a agir de uma certa forma? Quais são as precauções a que ele se constringe? Quais são, à primeira vista, suas vantagens e desvantagens? Do que é feito?” (tradução de FOUREZ, 1997, p. 113)

Neste momento é possível que muitas das ideias e concepções expostas pelos alunos se apresentem inconsistentes, de senso comum, contraditórias entre outras. Estas concepções em geral estão ligadas ao repertório cultural e cognitivo dos alunos e podem ser organizadas em três categorias sendo as (i) concepções que são admitidas por todos, (ii) o que é objeto de controvérsias e as (iii) de julgamento de valor (FOUREZ, 1997 apud BETTANIN, 2003, p. 39). Por esta razão não devem ser descartadas pois conforme a IIR for avançando e realizando os aprofundamentos, principalmente nas etapas do panorama espontâneo, consulta aos especialistas, abertura de caixas pretas e descida ao terreno elas serão retomadas e ressignificadas.

Esta etapa estabelece um diálogo com o Ensino por Investigação no sentido da exploração da atividade científica proposta por Gil e Castro (1996 apud CARVALHO et al., 2010, p. 23) por apresentar situações abertas que favorecem a reflexão, estimular o interesse dos alunos, formular perguntas operativas sobre o tema e seus objetivos, estabelecer relações entre causa e efeito por meio de análises qualitativas ou até mesmo

²⁹ Cabe ressaltar aqui que o papel do professor deve respeitar as decisões dos alunos, porém, como visto na etapa zero, sua intervenção também é elemento essencial para que a IIR se concretize.

quantitativas, estabelecer a comunicação entre pares e ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico.

2.3.4 A etapa de realizar um panorama espontâneo

O panorama espontâneo é o momento de aprofundamento do clichê que pode ser realizado por meio de debate, por produção escrita, em pequenos grupos ou grande grupo. Sua principal função é organizar as ações do projeto e iniciar alguns aprofundamentos.

Para realizar esta organização deve-se retomar as concepções estabelecidas no clichê e por meio das três categorias realizar as delimitações do projeto estabelecendo (a) a listagem dos atores envolvidos, (b) a busca de normas e condições impostas pela técnica, (c) a lista de posturas, os jogos de interesses e tensões, (d) a lista de caixas pretas, (e) a lista de bifurcações e (f) a lista de especialistas e especialidades³⁰ envolvidas.

Fases da organização	Princípios norteadores da fase
(a) listagem dos atores envolvidos	Tem como princípios listar todos os atores envolvidos no projeto como os produtores, os destinatários, os especialistas que podem ser consultados ou qualquer pessoa que tenha relação com o contexto. Esta fase do panorama tem como princípios estabelecer as relações do fator humano como parte do processo de desenvolvimento da ciência.
(b) busca de normas e condições impostas pela técnica	Este é o momento em que os alunos devem estabelecer as relações entre os aspectos éticos, políticos e técnicos no debate. Portanto deverão estabelecer relações tanto culturais quanto legais e de especificidades técnicas.
(c) lista de posturas e os jogos de interesses e tensões	Momento ao qual os alunos devem debater acerca dos prós e contras de cada proposta apresentada nas etapas anteriores e inclusive tomar posições para o estabelecimento do produto do projeto.
(d) lista de caixas pretas	Este é o momento de listar as caixas pretas, independentemente se elas serão abertas ou não. Esta lista trata-se de subsistemas materiais e/ou conceituais, ou seja, tudo e qualquer coisa que tenha relação com o projeto, desde noções conceituais à equipamentos/dispositivos, especialidades e técnicas que tenham relação com o tema apresentado no clichê. Dada sua amplitude ela pode ser considerada infinita (FOUREZ, 1997). No entanto é importante que esta listagem tenha o máximo de itens possíveis, pois isto facilitará as negociações que deverão estar alinhadas com as próximas etapas e com os objetivos do projeto.
(e) lista de bifurcações	Uma bifurcação trata-se de uma escolha estratégica realizada frente as diversas opções possíveis. Esta escolha pode ser realizada com base nas técnicas, na ética, na política etc. (FOUREZ, 2001). No entanto, uma vez realizada esta escolha, significa que seja necessário abandonar as demais opções. Note-se que neste momento, estamos apenas listando as possíveis bifurcações, porém são elas que trarão as negociações futuras ao projeto e definirão o(s) possível(eis) produto(s).
(f) lista de especialistas e especialidades envolvidas	Listar e escolher os especialistas e especialidades significa iniciar o processo de delimitação do projeto e intuir os aprofundamentos que são necessários para sua conclusão. O papel dos especialistas e especialidades é de fornecer um rol de informações e conhecimentos que facilitem a produção de um produto relativo ao projeto. Desta forma iniciam-se

³⁰ Por especialidades podemos entender as disciplinas curriculares ou ainda os conhecimentos não científicos e por especialistas, os professores, médicos, engenheiros, nutricionistas, açougueiros, vendedores, representantes comerciais, usuários/consumidores de produtos ou técnicas etc., ou seja, qualquer pessoa com ou sem especialidade disciplinar, mas que de alguma forma possui relação com o tema e objetos envolvidos no projeto e podem trazer esclarecimentos sobre o tema.

Fases da organização	Princípios norteadores da fase
	algumas definições importantes como quais caixas pretas serão abertas ou deixadas fechadas visto suas relações que possuem com os especialistas e especialidades.

Quadro 6 - Fases envolvidas na etapa do panorama espontâneo e seus significados. (consolidado com base em Fourez (1997), Schmitz (2004) e Bettanin (2003))

Como é possível perceber, a atuação docente neste momento é fundamental e deve ser mediada a luz da concepção socioconstrutivista. É importante que nesta fase se produza o maior número possível de possibilidades por meio do estímulo à discussão entre os alunos e simultaneamente auxiliando-os na organização de suas ideias por meio de questionamentos.

Este é um momento propício para se realizar algumas intervenções. Estas intervenções devem ser realizadas como mecanismos de favorecimento para estabelecer os delineamentos acerca do tema, manter o foco nos objetivos estabelecidos e propiciar condições para se realizar negociações compromissadas nas etapas seguintes. Ao mesmo tempo o docente deve tomar cuidado para que estas intervenções não declinem o processo para situações utilitaristas e/ou enviesadas e/ou para a construção de sua própria IIR.

2.3.5 A etapa da consulta aos especialistas e especialidades

Como mencionado na etapa anterior, este é o momento de consultar os especialistas e realizar a abertura de algumas caixas pretas. Tanto os especialistas quanto as especialidades consultadas trarão ao contexto visões parciais e com enviesamentos proporcionados pelos seus paradigmas, ou seja, recortes do contexto com uma visão disciplinar.

Por esta razão é importante orientar os alunos neste processo, seja nos aspectos técnicos, disciplinares ou nos aspectos humanos, norteando-os para que suas escolhas estejam devidamente articuladas aos objetivos do projeto. Estas articulações em geral se apresentam nas necessidades apresentadas pelo produto final, ou seja, depende de quem, para quem, para que e como será produzido o produto (SCHMITZ, 2004).

Este é o início da construção das Ilhas de Racionalidade que a posteriori serão mobilizadas pela interdisciplinaridade para o estabelecimento do produto e concretização da IIR.

As consultas aos especialistas podem ocorrer de diversas maneiras como a visita deles na escola, entrevista, palestra, consultoria, questionários realizados pelos alunos, videoconferência etc. Muitos são os meios que as consultas podem ocorrer e em cada caso haverá prós e contras com relação ao tipo escolhido. Devido a este fator é necessário que

se leve em consideração estes aspectos quanto a sua definição bem como seja avaliada outras fragilidades desta etapa como a disposição e pré-disposição dos especialistas, tempo hábil de execução, disponibilidade etc.

Esta é uma etapa que demanda várias atenções, inclusive a necessidade de um ir e vir para com os critérios estabelecidos pela situação problema do projeto, pelos objetivos escolares e para com os especialistas consultados. Por esta razão que Fourez (1997) ressalta que se trata de uma etapa longa e que exige muitos cuidados com relação ao tempo e execução.

2.3.6 A etapa de ir à prática ou descida ao terreno

Este é um momento em que as concepções e aportes teóricos levantados nas etapas anteriores são colocados em xeque. Isto quer dizer que é o momento de confrontar a teoria e a prática, abrir mais algumas caixas pretas que “ficaram para trás”, de verificar as hipóteses e as explicações estudadas e confrontá-las com a realidade, ou seja, verificar sua pertinência com relação ao problema proposto.

Este confronto pode ser realizado por meio de uma análise experimental, na desmontagem de um equipamento, na visitação e exploração de ambientes diversos, entrevista a pessoas e/ou outros especialistas para complementar as informações obtidas etc.

Seus objetivos estão centrados em ampliar o panorama espontâneo, propiciar ao aluno uma noção mais concreta da situação de forma a estabelecer as relações humanas e os conhecimentos científicos como partes necessárias tanto ao desenvolvimento do projeto quanto para a compreensão do contexto.

2.3.7 A etapa do aprofundamento da abertura de uma outra caixa preta e a descoberta dos princípios disciplinares que sustentam uma tecnologia

Apesar de algumas caixas pretas já terem sido abertas, muitas das listadas no panorama espontâneo e necessárias ao desenvolvimento da IIR e elaboração do produto possuem relação direta com os *saberes a ensinar* presentes nos programas e currículos escolares.

Este é o momento que o(s) professor(es) “assume(m)” sua(s) disciplina(s) no projeto para explorar os paradigmas e realizar certos aprofundamentos ligados ao problema e contexto apresentado. Nestes aprofundamentos é importante que se relacione as dimensões culturais, éticas e políticas envolvendo o projeto.

As vezes pode ser necessário o professor ou os alunos, recorrerem a especialistas para abertura de algumas delas, no entanto, deve-se ter cautela com o nível de aprofundamento visto o tempo de execução estipulado para a IIR como um todo.

Esta etapa tem como princípios promover o bom uso das caixas pretas, o bom uso de modelos simples, ampliar o letramento científico e reduzir o risco de o projeto permanecer na superficialidade (SCHMITZ, 2004).

Notamos mais uma vez uma necessidade de envolver neste processo o Ensino por Investigação nas aberturas das caixas pretas como mecanismo para promover o desenvolvimento da ACT e seus objetivos operacionais.

2.3.8 A etapa da esquematização global

Esta etapa tem como fundamento o desenvolvimento de uma visão geral de tudo o que foi trabalhado até o momento. É a base para a construção de uma representação teórica da situação, uma primeira síntese da IIR. Ela pode ser realizada na forma de resumo, figura, mapa mental.

Este é um momento da construção de um esboço do produto com base em todas as discussões e que subsidiará as duas etapas seguintes. Ela permitirá ao aluno perceber mais adiante que um modelo nunca é acabado, dado por completo e sempre está sujeito a modificações e complementações.

Os objetivos desta etapa estão centrados em organizar, selecionar e apresentar dados e possíveis resultados das pesquisas realizadas. Envolve ainda a tomada de decisões para determinar os pontos chave e os elementos essenciais que serão utilizados na elaboração do produto e as representações que ele trará da realidade auxiliando e promovendo uma negociação compromissada com o projeto (SCHMITZ, 2004).

2.3.9 A etapa da abertura de caixas pretas sem ajuda de especialistas

Na “vida real” nem sempre temos a nossa disposição as condições ideais e recursos necessários para se resolver um problema. Então nossa ação se limita a estabelecer propostas com aquilo que temos em mãos para minimizar os impactos que o problema nos proporciona. É o que difere o desejo da possibilidade, o cenário ideal da realidade.

Por isto este será um momento ao qual o aluno deverá “caminhar com as próprias pernas”. Nesta etapa o aluno deverá iniciar a construção do produto, o modelo representativo da IIR. Neste processo irá perceber que precisará mobilizar mais alguns

conhecimentos para que seu produto se apresente o mais completo possível. Este conhecimento pode estar ligado a caixas pretas ainda não abertas ou a novas caixas pretas.

Para tal deve ser dada a oportunidade ao aluno de recorrer a livros, internet, recursos audiovisuais, materiais etc. para realizar estes aprofundamentos sem a ajuda de um especialista. O papel do professor neste momento deve se limitar a orientar os alunos por meio de questionamentos sobre a confiabilidades das fontes de informação pesquisadas e no estímulo para a construção de um modelo representativo o mais próximo possível do ideal.

Esta etapa tem como princípios promover a autonomia dos alunos, fazer bom uso dos modelos simples e dos especialistas e ampliar as etapas anteriores com relação ao letramento científico (SCHMITZ, 2004).

2.3.10 A etapa final, a síntese da ilha de racionalidade e o modelo final

Este é o momento final ao qual ocorre a síntese da ilha de racionalidade. Ela pode ser realizada de várias formas, pode ser por exposição oral, ao estilo seminário e/ou conferência, maquetes, relatórios, produção de um folheto, livro, vídeo explicativo etc., enfim, diversos meios e instrumentos que os docentes já estão acostumados a utilizar em seu cotidiano.

Afinal, nas próprias palavras de Fourez, após

“... uma abordagem bastante analítica, primeiro alargamos o horizonte em torno da questão colocada, depois chamamos especialistas. Enfim, trata-se de encerrar e completar a obra, ou seja, de produzir efetivamente uma representação da situação. Na verdade, é uma produção intelectual e teórica que envolve a síntese e a produção de um modelo. Esta síntese - que sintetizará tudo o que decidirmos levar em conta na situação - será construída de acordo com os critérios já identificados: o contexto, o projeto, os destinatários e o produto final pretendido.” (FOUREZ, 2001, p. 346)

Portanto, o importante é que ao final haja o cruzamento das informações, que propicie uma representação teórica interdisciplinar, que leve em consideração tanto os aspectos técnicos quanto os de valores culturais, éticos e políticos estabelecidos nas negociações assim como ocorrem na vida real.

Os objetivos desta etapa podem ser compreendidos em fazer resumos e simplificações que trazem condições de contorno estabelecidas pelos conhecimentos mobilizados e uma negociação compromissada com o projeto representada por um produto final como proposta de soluções de problemas (SCHMITZ, 2004).

3 Os conceitos de física e suas relações com os roteiros experimentais e o corpo humano

Temos como finalidade do projeto uma representação do sistema cardiovascular e o esclarecimento das causas de alguns problemas de saúde a ele relacionados como hipertensão, a ocorrência de infartos e AVC etc.

O sistema cardiovascular pode ser visto como uma grande e complexa rede de transporte de fluidos. Desta forma os conceitos de Mecânica dos Fluidos servem de aporte para explicações de diversos fenômenos que se apresentam no corpo humano.

Como exemplo podemos citar os inchaços nos pés e pernas de um indivíduo que passou uma certa quantidade de tempo em pé. Uma explicação da física para este efeito está na ação da força gravitacional exercida sobre um fluido. Levando-se em consideração a Lei de Stevin, em um recipiente, o fluido exercerá maior pressão na base e paredes laterais próximas a ela. Como a pele e os demais tecidos que confinam o sangue e demais fluidos corpóreos possuem certa elasticidade o fenômeno pode ser comparado a uma bexiga cheia de água suspensa conforme ilustrado na Figura 2. Por esta razão uma das recomendações médicas para este caso é o repouso em posição horizontal com os pés levemente acima da cabeça e pernas esticadas por um período não muito extenso, para que haja o escoamento dos fluidos e ocorra sua distribuição por todo o corpo do indivíduo.



Figura 2 - Bexiga suspensa e cheia de água. Fonte: Pixabay - <https://pixabay.com/pt/photos/bal%C3%A3o-%C3%A1gua-bexiga-estouro-a%C3%A7%C3%A3o-2376663/> . Acesso em 20/02/2022

Outra situação são os problemas de saúde relacionados com a hipertensão que possui forte ligação com o conceito físico da pressão em um fluido confinado. Este conceito físico, de acordo com o teorema de Pascal, trata-se da distribuição uniforme das forças aplicadas na parede de um recipiente devido a ação de uma força externa exercida ao sistema de confinamento. Desta maneira, a cada bombeamento realizado pelo coração este produz uma força ao sangue (e conseqüentemente a realização de trabalho), um

fluido, que exercerá nas veias, o recipiente, uma força distribuída em todo o sistema circulatório, o sistema de confinamento do fluido.

Na sequência didática são propostos vários experimentos que envolvem os conceitos da Mecânica dos Fluidos para a construção de algumas Ilhas de Racionalidade sendo o detalhamento destes roteiros experimentais e a modelagem matemática dos fenômenos apresentados nos anexos B e suas seções.

Por esta razão, neste capítulo, apenas elencaremos alguns destes conceitos e suas relações com o sistema cardiovascular sem demonstrar a construção matemática dos modelos físicos que os representam. Estas construções matemáticas dos conceitos físicos podem ser mais bem observadas na dissertação que propiciou este produto educacional, no “*Capítulo 3 - Os conteúdos específicos de física – Tópicos de mecânica dos fluidos*” ou nas referências bibliográficas citadas deste produto.

Os conceitos físicos de Mecânica dos Fluidos e algumas de suas relações com o corpo humano podem ser visualizados no Quadro 7:

Conceito Físico	Princípios Físicos	Associação ao corpo humano
Propriedades de um fluido	Capacidade de escoamento; estado físico; viscosidade; mecanismo de transporte de massa e energia; compressibilidade.	O sangue é o principal fluido corpóreo e possui propriedades e características como viscosidade, densidade, incompressibilidade etc. É responsável pelo transporte de nutrientes e oxigênio para todo o corpo humano.
Pressão e Lei de Pascal	Trata-se da tensão normal aplicada em uma área estabelecida pela razão entre a Força e a área de um recipiente ao qual o fluido está confinado.	O sistema circulatório pode ser visto como um sistema fechado. Desta forma a cada bombeamento realizado pelo coração este muda as forças internas exercidas pelo sangue nas paredes dos vasos sanguíneos. Excessos desta força podem causar vasodilatação e/ou rupturas nas veias (paredes do sistema de confinamento). Basicamente o coração é compartimentado em quatro partes, sendo dois átrios (esquerdo e direito) e dois ventrículos (esquerdo e direito) que são responsáveis pelo bombeamento do sangue. Quando o coração é contraído ele empurra todo o sangue de seus compartimentos para as artérias promovendo a circulação sanguínea e proporcionando um aumento de pressão no sistema circulatório denominado de pressão sistólica. Quando ele relaxa o sangue circula por ele e pelos vasos sanguíneos, enchendo-o novamente. Neste momento promove uma redução da pressão nos vasos denominada de diastólica. É por esta razão que a pressão sanguínea no corpo humano se apresenta

Conceito Físico	Princípios Físicos	Associação ao corpo humano
<p>Diferenças de Pressão, Teorema de Stevin e Pressão atmosférica</p>	<p>Trata-se da pressão exercida por um fluido em função do nível que se encontra em relação a superfície superior deste fluido. Quanto mais próximo a superfície menor é a pressão exercida naquele ponto e por consequência quanto mais fundo (longe da superfície) maior será a pressão naquele ponto.</p> <p>A pressão atmosférica nada mais é que a carga de força peso de uma coluna de ar sobre uma certa área da superfície terrestre. Desta forma quanto maior a altitude com relação a superfície terrestre, menor será a pressão que o ar exercerá.</p> <p>Com relação aos corpos imersos em um fluido este está sujeito a pressões provocadas pelo fluido sobre sua superfície e caso sua superfície possua algum grau de elasticidade, este corpo pode sofrer alterações em seu volume devido as diferenças entre a pressão externa e a interna do corpo.</p>	<p>com dois valores, um mais alto (sitolico) e outro mais baixo (diastólico).</p> <p>O corpo humano está adaptado biologicamente para pressões atmosféricas próximas de 1atm. Submetê-lo a pressões relativamente distantes deste valor proporcionam diversos efeitos e ações corpóreas de compensação para a manutenção da vida. Como exemplo citamos o caso de pessoas que se deslocam para altitudes muito mais altas como a Cordilheira dos Andes ou do Himalaia. Nestas situações, há redução significativa da pressão atmosférica e consequentemente rarefação do ar. Nestas situações é comum sentir os efeitos compensatórios ou outros problemas de saúde como enjoos, náuseas, taquicardia, formação de embolias pulmonares etc. Já no caso de mergulho, a cada 10m aumenta-se a pressão externa no corpo em aproximadamente 1atm o que provocará no corpo humano a necessidade de exercer maior força dos músculos para suportar a carga exercida, inclusive os relacionados ao sistema respiratório. Isto pode provocar sintomas como estampido no ouvido ou até rupturas no tímpano, embolias pulmonares etc. Até determinadas profundidades (em geral inferiores a 10m) é possível minimizar os efeitos do estampido do ouvido igualando-se a pressão interna com a externa tapando a boca e o nariz e fazendo força com os pulmões em uma tentativa de expelir o ar.</p>
<p>Vazão, Vazão em massa e a Equação da continuidade</p>	<p>O conceito de vazão é entendido pela taxa de escoamento de um fluido. Esta taxa pode estar associada ao volume escoado por meio da razão entre o volume escoado e o tempo de escoamento (vazão) ou pela associação da quantidade de matéria escoada dada pela razão entre a massa escoada e o seu tempo de escoamento (vazão em massa). Levando-se em consideração os aspectos geométricos dos dutos de escoamento, a vazão pode ainda ser expressa pelo produto da área de secção do duto pela velocidade de escoamento e a vazão em massa pode ser determinada pelo produto da vazão pela massa específica do fluido.</p> <p>A equação da continuidade é a demonstração da ação das leis de conservação de um sistema onde a quantidade de um fluido em regime de escoamento na entrada de uma tubulação</p>	<p>No corpo humano, cada vez que o coração bombeia um certo volume de sangue, este entra em regime de escoamento para que haja sua distribuição para cada parte do corpo. Sua distribuição é realizada por meio das artérias e veias (dutos) presentes no corpo que leva os nutrientes e o oxigênio para todo ele. Cada região do corpo terá estas veias e artérias (dutos) com dimensões próprias dada as suas funcionalidades. Neste sentido, terão velocidades de circulação diferentes bem como fluxos sanguíneos proporcionais a suas dimensões estabelecidos pelas leis de conservação.</p>

Conceito Físico	Princípios Físicos	Associação ao corpo humano
	<p>é a mesma quantidade na saída, independente das diferenças geométricas ou propriedades do fluido entre a entrada e a saída da tubulação.</p>	
<p>A equação da energia em um fluido – Equação de Bernoulli</p>	<p>A equação da energia ao ser analisada em um duto leva em consideração todas as energias envolvidas no escoamento. É importante ressaltar que para a abordagem da equação de Bernoulli é necessário adotar o fluido como um contínuo incompressível e uniforme, sem uma máquina no trecho de escoamento a ser analisado, sem percas de energia por atrito ou trocas de calor e estar em regime de escoamento permanente. Para o caso de existência de alguma máquina no sistema a equação da energia deve ser reestruturada para que esta energia também seja levada em consideração, seja ela adicionada ao sistema ou de saída de energia do sistema.</p> <p>Desta forma na equação de Bernoulli as energias são analisadas em termos da energia potencial (carga geométrica), da energia cinética do fluido (carga de velocidade) e da energia de pressão (carga de pressão).</p> <p>Levando-se em consideração as leis de conservação, temos que a energia total em um ponto do escoamento é correspondente ao total de energia em qualquer outro ponto do escoamento, desde que levados em consideração as condições de contorno explicitadas inicialmente.</p> <p>Desta forma em um duto de escoamento com inclinação e diferenças geométricas entre a entrada e a saída do fluido a energia total é conservada, mas os tipos de energia em cada um destes dois pontos poderão apresentar diferenças de quantidades de energia na comparação em seu tipo. Se na entrada a energia potencial é menor que na saída, a energia de pressão e cinética também apresentarão diferenças entre si quando comparadas, mas as somas das energias de entrada corresponderão com a soma das energias de saída.</p>	<p>Como já relatado, no corpo humano há vários diâmetros de veias e artérias bem como diferenças de alturas entre as suas localizações.</p> <p>Neste sentido, nas partes mais altas do corpo, tomando-se como referência uma pessoa em pé, a pressão exercida nas veias e artérias da cabeça apresentará diferença com relação as pressões apresentadas nas veias e artérias das pernas. Levando-se em conta a equação de Bernoulli, estas diferenças de energia serão compensadas pelas outras formas de energia como a da carga cinética e da carga geométrica.</p> <p>Desta forma é possível explicar situações como a necessidade de repouso na posição horizontal quando o indivíduo apresentar sintomas de hipotensão (queda de pressão no sistema cardiovascular) que buscará equilibrar os pontos de energia relativos a carga geométrica e realizar as compensações nas energias de carga de pressão e cinética.</p> <p>Desmaios muitas vezes podem estar relacionados a hipertensão (aumento súbito da pressão arterial) e/ou falta de oxigenação do cérebro por conta de uma vasoconstrição ou entupimento total ou parcial de veias e/ou artérias. É por esta razão que em procedimentos de primeiros socorros, mesmo que a vítima apresente palidez facial, jamais se deve levantar suas pernas acima da cabeça. Esta prática de levantar os pés acima da cabeça é muito comum em pessoas que desconhecem as técnicas e procedimentos de primeiros socorros por intuírem que a palidez pode indicar falta de sangue na cabeça. No entanto se o motivo do desmaio tiver relação com processos de vasoconstrição, ao levantar as pernas da vítima para cima pode-se aumentar demasiadamente a carga de pressão e carga cinética do sangue nos vasos presentes na cabeça e com isto provocar rupturas que provocarão o acidente vascular cerebral (AVC).</p>

Quadro 7 - Alguns conceitos físicos da mecânica dos fluidos e suas relações com o

Temos plena concepção da complexidade envolvida na compreensão do sistema cardiovascular e que os conceitos físicos como foram apresentados trazem um certo

reducionismo do que realmente ocorre no corpo humano. No entanto, um dos princípios estabelecidos por Fourez (1997, 1998, 2001, 2005) para o desenvolvimento da ACT é fazer uso de modelos simples de representações e foi isto que objetivamos neste capítulo.

4 A sequência didática e sua estrutura para aplicação.

As diretrizes curriculares de qualquer sistema de ensino, assim como um currículo, são elaboradas com o objetivo de estabelecer os referenciais mínimos “*do que*”, “*para que*” e “*para quem*” ensinar instituindo o que costumeiramente designamos de “*saberes a ensinar*”. Cabe as instituições escolares, dada sua função social, estabelecer os espaços de desenvolvimento destas finalidades.

Nas propostas metodológicas de ensino aprendizagem encontramos as possibilidades sobre “*o como*” os “*saberes a ensinar*” pode ser realizado estabelecendo o que geralmente é denominado de “*saberes ensinados*”.

Integrar e fazer dialogar “*os saberes a ensinar*” com “*os saberes ensinados*”, é um dos papéis da função social da escola e delegado como competência praticamente que exclusiva ao professor. E sejam francos, estabelecer este diálogo não é uma tarefa fácil!

É nesta perspectiva que apresentamos este produto educacional. Por meio do estudo das atuais Diretrizes Curriculares Nacional (DCN), da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), do Currículo Paulista para o Ensino Médio (CPEM) que estabelecem os “*saberes a ensinar*” encontramos nas concepções da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), do Ensino por Investigação e da metodologia das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR) uma possibilidade de desenvolver os “*saberes ensinados*” culminando em uma sequência didática que pode auxiliar o professor nesta árdua tarefa.

Salientamos que a sequência didática apresentada a seguir não deve ser vista como um roteiro rígido, mas sim como um exemplo, uma possibilidade de trabalho pedagógico. Por este viés, o docente que se propuser fazer uso dela tem toda a liberdade de realizar adaptações, cortes, recortes e ampliações com vistas a obter seus objetivos de ensino.

Cabe lembrar que na metodologia proposta pelas Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade e nos pressupostos da ACT, os aspectos éticos, políticos e estéticos são componentes que devem estar presentes nas situações de aprendizagem. São nas suas associações com os “*saberes sábios*” que de estruturam as tomadas de decisões pautadas nos princípios da prudência, previsibilidade e razoabilidade.

A partir destas informações é que estruturamos a sequência didática com base na metodologia das IIR em que a finalidade do projeto está associada em: *propor um modelo cardiovascular envolvendo os princípios disciplinares para compreender alguns fenômenos presentes no corpo humano e promover orientações e cuidados a saúde para*

as pessoas que sofrem com alguns problemas de saúde e/ou apresentam comorbidades relacionadas ao sistema cardiovascular.

Como apresentado no capítulo 3 deste produto, muitos conceitos de física estão relacionados a diversos fenômenos presentes no corpo humano, inclusive no sistema cardiovascular há um forte diálogo com diversos fundamentos presentes na Mecânica dos Fluidos. É neste ponto que esperamos um maior engajamento dos alunos para com a aprendizagem da física por meio de sua significação.

Com o intuito de despertar o interesse dos alunos já na apresentação da proposta, a sequência didática foi intitulada de “*Haja Coração!*”. Foram previstas um conjunto de 12 aulas para o seu desenvolvimento, o que, de acordo com a matriz curricular da SEE/SP para a disciplina de física corresponde a 6 semanas de aula.

É importante destacar neste momento que há outras disciplinas presente na matriz curricular da SEE/SP³¹ para o ensino médio em que esta sequência didática pode ser utilizada. Estas disciplinas estão previstas na seção de itinerário formativo como: Eletiva, Orientação de Estudos e Aprofundamento Curricular³².

4.1 A sequência didática “Haja Coração!”

Como é possível perceber, há muitos elementos necessários ao planejamento de uma IIR bem como o pensar em cada uma das etapas. Isto pode deixar o docente perdido no processo ou mesmo com receio de utilizar tal metodologia.

Desta forma buscamos na seção 2.3.2 uma proposta de um formulário como uma breve síntese da Figura 4 e as demais etapas da IIR no intuito de auxiliar o docente em seu planejamento.

³¹ A matriz curricular trata-se de um documento que estabelece a grade horária para cada componente curricular tanto da base nacional comum como dos itinerários formativos e da parte diversificada. O documento mais recente sobre o tema é a Resolução Seduc nº 97 de 08/10/2021. Disponível em: <<http://siau.edunet.sp.gov.br/ItemLise/arquivos/RESOLU%C3%87%C3%83O%2097.PDF>>. Acesso em 04/03/2022.

³² As disciplinas e temas utilizados na carga horária de Aprofundamento Curricular são a parte de flexibilização curricular. Por esta razão são variadas e depende das opções dos alunos. Ainda sim é possível utilizar esta sequência didática como uma de suas componentes, desde que tenha relação com os eixos temáticos, mapa de competências estabelecidos na flexibilização curricular e os Temas Contemporâneos Transversais (TCT) abordados e seja adaptada para estes fins.

4.1.1 A situação problema

SITUAÇÃO PROBLEMA	
Contexto	Qual é o contexto?
	O sistema cardiovascular do corpo humano e suas relações com os conteúdos disciplinares de física e saúde pública
	Qual a afinidade com o aluno?
	Interesses relativos à área de saúde e possibilidade de membros familiares que possuam problemas cardiovasculares.
	Trata-se de uma situação real ou fictícia?
	Real, pois apresentarão um modelo representativo com base em noções disciplinares presentes no sistema cardiovascular
Finalidade do projeto	Propor um modelo cardiovascular envolvendo os princípios disciplinares para compreender alguns fenômenos presentes no corpo humano.
Qual é o destinatário do projeto?	O que é necessário para produzir a comunicação entre produtores e destinatários?
	Elaborar um modelo representativo do sistema cardiovascular e associar elementos deste modelo a situações da realidade. Com isso, é possível discutir cuidados necessários com relação à dinâmica do movimento cardíaco, como alguns tipos de doenças presentes em parte significativa da população (pressão arterial, vasoconstrição como elementos de infarto/AVC etc.) com princípios disciplinares de física.
	Está relacionado com a finalidade do projeto? Como?
	A relação se dará com base no diálogo, realizando um levantamento prévio de conhecimentos com relação a problemas cardiovasculares como hipertensão e casos de infarto, trombose e AVC e possíveis casos em seus familiares.
Qual(is) é(são) o(s) tipo(s) de produto(s) esperado?	Vídeo, folheto, relatório, maquete, página na internet etc.
	Espera-se a produção de maquetes e/ou relatórios. Os alunos ainda poderão estabelecer outros modos de produto.
	Qual é o tempo necessário para sua concretização?
	12 aulas (06 semanas)

Quais desdobramentos poderão ser necessários para ajustar os temas?
Necessidade de expandir o tempo de aula para o panorama espontâneo e realização de abertura de caixas preta.

4.1.2 O conhecimento da realidade

CONHECIMENTO DA REALIDADE		
Qual é o interesse geral dos alunos (projeto de vida)?		
Número significativo de alunos com projetos de vida relacionados à saúde (educação física e atividades esportivas, medicina, enfermagem, nutrição etc.)		
Recursos necessários (elencar alternativas para possíveis problemas)	Humanos	Professores de biologia, química, profissionais de saúde (médico, enfermeiro etc.), pesquisa em postos de saúde
	Financeiros	Não há previsão, dada a possibilidade de uso de materiais disponíveis na unidade escolar.
	materiais	Materiais relativos aos experimentos ³³ , impressão, computadores com acesso à internet e editores de texto.
	outros	

4.1.3 O plano de trabalho

PLANO DE TRABALHO		
Tempo	Aulas previstas	12 aulas
	Periodicidade de apresentação de trabalhos dos alunos	3 apresentações – escolha dos especialistas e plano de trabalho com base em argumentos; esquematização global e apresentação do produto.
Avaliação	Momentos em que ocorrerão	Na participação das atividades/etapas; Esquematização global; Produto da IIR.
	Forma de avaliação	Nível de engajamento nas atividades; Produção de mapa mental ou texto explicativo na esquematização global;

³³ Os materiais necessários aos experimentos estão listados no anexo B-Roteiros experimentais com proposta investigativa

		Produção do produto da IIR.
	Momentos e formas de feedback	Durante todo o processo por meio de diálogos e orientações, em especial nos 3 momentos de avaliação, sendo por exposição oral (orientação) sobre o plano de trabalho, intervenções na esquematização global e produto com vistas a corrigir equívocos, erros conceituais e articulação com os objetivos estabelecidos.
Quando e como ocorrerão agrupamentos	Os agrupamentos (formação de equipes) ocorrerão no panorama espontâneo e poderão ser redefinidos de acordo com as necessidades das equipes de trabalho.	
Como ocorrerá a distribuição de tarefas	Será definida de acordo com os interesses pessoais dos alunos (afinidade com colegas, interesse temático etc.)	

4.1.4 Os objetivos

OBJETIVOS ³⁴		
Objetivos educacionais e pedagógicos	Sociais	Perceber que o sistema cardiovascular é parte fundamental do corpo humano enquanto promotor da vida e que são necessários alguns cuidados para uma boa qualidade de vida.
	Competências (BNCC e/ou CPEM)	BNCC: Competências Gerais: 2, 4, 5, 6 e 10 por meio do tema TCT saúde, vida familiar e social Competências CNT: 1, 2 e 3. CPEM: TCT: Ciência, Tecnologia e Saúde; Competências Específicas na área CNT: 1, 2 e 3. Eixo relativo aos itinerários formativos:

³⁴ As descrições das competências e habilidades citadas encontram-se no anexo C - Descritivo das competências e habilidades citadas no planejamento da IIR. Com relação as competências e habilidades, buscamos neste trabalho elencar apenas as habilidades de CNT, no entanto, por tratar-se de um trabalho interdisciplinar, é importante que sejam evidenciadas ainda as competências e habilidades de outras áreas/disciplinas e preferencialmente com o apoio do professor/especialista das áreas de conhecimento envolvidas no projeto.

		<p>I – Investigação científica: competências gerais EMIFCG01, EMIFCG02 e EMIFCG03</p> <p>II - Processos criativos: EMIFCG05</p> <p>III – Mediação e intervenção social: EMIFCG07, EMIFCG08, EMIFCG09.</p>
Objetivos operacionais	Habilidades	<p>BNCC: EM13CNT101, EM13CNT105, EM13CNT203, EM13CNT207, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT304, EM13CNT306, EM13CNT310</p> <p>CPEM: EM13CNT101; EM13CNT104; EM13CNT205; EM13CNT207; EM13CNT301; EM13CNT302; EM13CNT303; EM13CNT304; EM13CNT305; EM13CNT306; EM13CNT307; EM13CNT308; EM13CNT310;</p> <p>Eixo relativo aos itinerários formativos:</p> <p>I – Investigação científica: competências gerais: EMIFCNT01, EMIFCNT02, EMIFCNT03</p> <p>II - Processos criativos: EMIFCNT04, EMIFCNT05, EMIFCNT06</p> <p>III – Mediação e intervenção social: EMIFCNT07, EMIFCNT08.</p>
	Conteúdos	<p>Física: Estados Físicos da Matéria, Propriedades do Fluido, Pressão, Pressão atmosférica, Pressão na base de um fluido, carga de pressão, Lei de Stevin, Lei de Pascal, Instrumentos de medidas de pressão, Tipos de escoamento, viscosidade, vazão, equação da continuidade, energias de um fluido, equação de Bernoulli</p> <p>Biologia: órgãos humanos, sangue – constituintes, sistema circulatório humano - funções e fisiologia, O coração – funções e fisiologia, a pressão arterial e os problemas de saúde.</p>

		Questões Éticas e Sociais: Saúde pública, transplante de órgãos, biotecnologia.
	Caixas pretas possíveis	Presentes nos textos de apoio conforme forem sendo realizadas a socialização e as dúvidas dos alunos.
Objetivos de ordem didática	Estabelecer por meio das 8 etapas das Ilhas Interdisciplinaridades (clichê, panorama espontâneo, Consulta a especialistas/especialidades, ir a prática, aprofundamentos e abertura de caixas pretas, esquematização geral, abertura de caixas preta sem especialistas, elaboração do produto) os objetivos propostos conduzidos a partir do ensino por investigação como instrumento potencializador da ACT.	

4.1.5 As linhas de ação

LINHAS DE AÇÃO		
Etapas da IIR	breve descrição de recursos, momentos, habilidades, conteúdos e estratégias didáticas necessárias	Tempo previsto
Clichê	<p>Atividade 1</p> <p>Iniciar a discussão com os alunos expondo que participarão de um projeto, a ser realizado no período de 06 semanas, no qual irão desenvolver um produto que apresente o sistema cardiovascular e suas relações com problemas de saúde. Para isso, eles deverão elaborar as ações e compreender os conhecimentos necessários para a construção do produto que deve ser elaborado a partir de discussões e situações de aprendizagem realizadas durante todo o percurso. Espera-se também a elaboração e a promoção de propostas de intervenção social, como conscientização da população entre outras que julgarem necessárias.</p> <p>Realizar um breve levantamento sobre os conhecimentos prévios acerca do coração humano e suas relações corporais por meio dos seguintes questionamentos:</p> <p><i>É possível substituir o coração humano por uma máquina? De que forma isto poderia ser feito? O que é necessário para que isto ocorra? Isto é possível? Em</i></p>	Semana 01 (Aula 01)

	<p><i>quais situações seria possível? O que é necessário saber para que isto ocorra?</i></p> <p>Anotar as respostas dos alunos na lousa de forma a identificar e sinalizar possíveis caixas pretas e, em seguida, desenvolver o panorama espontâneo de forma a ampliar o clichê.</p>	
<p>Panorama espontâneo</p>	<p>Atividade 2³⁵</p> <p>Buscando a ampliação do clichê, apresentar o título de diversos textos aos alunos na lousa ou projeção.</p> <p><i>Texto 1: Novo coração artificial responde às atividades do paciente</i></p> <p><i>Texto 2: Saiba como identificar um infarto ou AVC</i></p> <p><i>Texto 3: Hipertensão atinge mais de 30 milhões de pessoas no Brasil</i></p> <p><i>Texto 4: TJ decide que saleiros podem voltar às mesas de bares e restaurantes</i></p> <p><i>Texto 5: Lei que proíbe sal em restaurantes faz 1 ano e consumo diminui no ES</i></p> <p><i>Texto 6: Brasil fica atrás de outros países no combate ao abuso de sal</i></p> <p><i>Texto 7: "Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), se o consumo de sal, no Brasil, seguisse os padrões recomendados pela OMS, haveria uma diminuição de 15% nos óbitos por Acidente Vascular Cerebral e redução de 10% dos óbitos por infarto"</i></p> <p>Solicitar que os alunos se organizem em 7 grupos (adaptar para mais ou menos grupos caso haja mais textos ou grupos numerosos de alunos – preferencialmente, trabalhar entre 3 e 6 alunos por grupo) para realizar a leitura dos textos e, posteriormente, sua socialização. Avisar aos alunos que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>cada grupo escolherá um texto para ler e apresentar ainda nesta aula.</i> • <i>Negociar com eles e entre eles caso haja interesse de mais de um grupo pelo mesmo texto. (como</i> 	<p>Semana 01 a 02</p> <p>(Aula 02 – atv 2 e 3; Aula 03 – atv 4)</p>

³⁵ A íntegra dos textos apresentados na atividade 2 estão disponíveis no anexo A – Reprodução dos textos em íntegra

	<p><i>estratégia, pode-se ainda ir dispondo dos títulos dos textos um a um com cada grupo se manifestando, sem realizar a apresentação inicial dos títulos, contudo, esta estratégia pode promover grupos que queriam outro título)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Deverão anotar cada uma das dúvidas encontradas no texto, desde palavras como termos ou técnicas em uma folha.</i> • <i>Na socialização devem expor os pontos que mais chamou a atenção no texto, inclusive conflitos, se concordam ou não com as opiniões apresentadas e porque concordam ou discordam.</i> • <i>Distribuir os textos conforme a escolha de cada grupo (é importante não apresentar inicialmente as íntegras dos textos pois os grupos podem realizar escolhas de acordo com o volume do texto)</i> <p>Com vistas a demonstrar os jogos de interesse e das tensões, a pesquisa de normas e condições impostas pela técnica com o viés de estruturar as questões abertas que definirão o projeto, durante a socialização, se houver necessidade, realizar questionamentos como:</p> <p><i>Quem são os envolvidos? Para quem este texto foi feito? Qual foi a sua intencionalidade? O que é necessário para isto ou aquilo? O que é necessário saber para compreender melhor o que o texto está falando? Onde podemos encontrar esta informação? Qual é a importância de se conhecer isto ou aquilo (com referência ao que eles apresentaram como importante conhecer)? Qual é a importância que este texto tem para com a proposta de construir um modelo de sistema cardiovascular? Devemos consultar algum especialista neste assunto? Quem seria ele?</i></p> <p>Durante este processo, é conveniente o professor ir anotando os pontos em uma folha ou na lousa, pois estes pontos serão importantes para a atividade seguinte.</p> <p>Dependendo do tempo disponível, estes questionamentos podem ser colocados para se entregar em folha à parte ou outra estratégia que o professor</p>	
--	---	--

	<p>julgue necessária, contudo, a sistematização com os alunos de suas respostas é de relevância absoluta.</p> <p>Atividade 3</p> <p>Na continuidade de ampliação do clichê, iniciar a abertura de algumas caixas pretas e delimitar o projeto por meio das questões abaixo. Estas questões também podem ser colocadas de forma que cada grupo responda cada uma delas em uma folha para em seguida realizar a socialização e as delimitações acerca do projeto.</p> <p><i>O que é o coração humano? Qual é a sua função no corpo? Como ele faz isso? Como o sangue circula no corpo humano? Qual é a função das veias? O que é um AVC (acidente vascular cerebral conhecido popularmente como derrame)? O que é um infarto? Como eles ocorrem? O que é a pressão arterial? O que significa ela aumentar ou diminuir? O que a faz modificar o seu valor? Como? O que a física tem de relação com este tema? Que medidas podem ser tomadas para um indivíduo que apresente sintomas de pressão baixa? Como a gravidade atua em seu corpo? Como funciona o sistema circulatório? Por que tanta preocupação com consumo de sal? Até onde há preocupação com a saúde ou interesses comerciais? Que outros fatores do cotidiano, além do sal, influenciam na variação da pressão arterial? Tem alguma disciplina aqui da escola que tem algo a ver com isto? (nesta última pergunta, caso a resposta seja apenas biologia, questionar sobre as demais disciplinas e quais seriam suas contribuições para melhor entendimento deste tema).</i></p> <p>Listar todas as dúvidas e questionamentos dos alunos listando as caixas pretas presentes.</p> <p>Atividade 4</p> <p>Definir o produto final, a trajetória para a elaboração do produto, escolher as caixas pretas, a escolha de especialistas que possam auxiliar na abertura de caixas pretas. Para facilitar este processo, com base em todos os levantamentos realizados pelos alunos, pode-se realizar os seguintes questionamentos:</p> <p><i>Quem são os envolvidos? O que vocês pretendem fazer como produto? Como irão realizar este</i></p>	
--	---	--

	<p><i>produto? O que é necessário saber para “isto” ou “aquilo”? Quais são os conhecimentos (as caixas pretas) que deveremos estudar para concluir o produto? O que iremos priorizar no estudo? Quais são os especialistas que consultaremos? Por que estes especialistas foram escolhidos? Quem irá “buscar” estes especialistas? Qual é a forma que ele será consultado? (pode ser necessário neste momento dizer que pode ser entrevista, videoconferência, visita a escola etc.)</i></p> <p>Solicitar aos alunos que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Elaborem uma lista das perguntas e dúvidas que mais lhe interessam para o especialista;</i> • <i>Propor que os alunos apresentem o contato do especialista (nome, sua especialidade, onde atua etc.), o horário que este poderá dialogar e como será realizado este diálogo (entrevista, via conferência online, palestra etc.) de forma antecipada ao professor;</i> • <i>Alertar aos alunos que a escola tem uma rotina que precisa ser respeitada, portanto, todas as ações devem ser planejadas com antecedência e autorizadas previamente;</i> • <i>No caso de dificuldades, conversar com o professor para buscar possíveis alternativas e comunicar a classe sobre estas alterações.</i> <p>O professor deve ainda se atentar nas escolhas do(s) especialista(s), levando em consideração se ele tem relação com o produto do projeto, como um cardiologista, para palestrar sobre o sistema circulatório humano e sua relação com o coração. Note-se que dada a finalidade do projeto, é importante que algum dos especialistas promova em sua ação além dos aspectos sociais, políticos, econômicos etc. uma abordagem da biofísica do processo, promovendo margem para o estudo da mecânica de fluidos.</p>	
<p>Consulta de especialistas e especialidades</p>	<p>Atividade 5</p> <p>É importante que os alunos realizem esta atividade, pois aqui amplia-se a autonomia e fortalece-se as negociações por serem de sua responsabilidade a escolha, o agendamento etc. inclusive a preparação dos</p>	<p>Semana 02 (Aula 04)</p>

	<p>ambientes. A supervisão do professor é importante no sentido de orientá-los no processo, na organização e no significado do projeto.</p> <p>Realizar a consulta ao especialista.</p> <p>No caso da falta de especialistas/afrouxamento das negociações, propor o vídeo: [BIO] Sistema circulatório – Biofísica - https://www.youtube.com/watch?v=4QwwjIQCWII</p>	
<p>Ir a prática/descida ao terreno</p>	<p>Atividade 6</p> <p>Nesta etapa de desenvolvimento das ilhas de racionalidade propõe-se uma sequência de experimentos que permita ao aluno uma compreensão maior dos sistemas físicos envolvidos no sistema circulatório, enfatizando o processo de experimentos com relação à mecânica dos fluidos, desde a concepção e sensação física de pressão ao estudo dos demais conceitos de hidrostática e hidrodinâmica.</p> <p>Nos experimentos serão utilizados diversos pressupostos das metodologias de ensino por investigação e Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), podendo ainda incluir elementos da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e será realizada conjuntamente com a etapa seguinte.</p>	<p>Semana 03 (Aula 05 – Atv 6 e 7)</p>
<p>Aprofundamento de abertura de caixas pretas³⁶</p>	<p>Atividade 7</p> <p>Experimento 1: Conhecendo e definindo a pressão (Anexo B.1).</p> <p>Experimento 2: Hidrostática – a pressão distribuída em um (Anexo B.2)</p> <p>Experimento 3: Hidrostática – alavanca de pascal – uma demonstração visual (Anexo B.3)</p> <p>Atividade 8</p>	<p>Semana 03 a 05 (Aula 05 - atv 6 e 7; Aula 06 e 07 - atv 8; Aula 08 e 09 – atv 9)</p>

³⁶ Os roteiros experimentais estão descritos no anexo B - Roteiros experimentais com proposta investigativa

	<p>Experimento 4: Hidrostática – A pressão atmosférica e o Teorema de Stevin (Anexo B.4)</p> <p>A água que vaza e não vaza (Anexo B.4.1)</p> <p>A água que não vaza (Anexo B.4.2)</p> <p>Diminui e aumenta, que aperto! (Anexo B.4.3)</p> <p>Vazando até acabar (Anexo B.4.4)</p> <p>Etapa 5: Dois furos e tudo fica igual (Anexo B.4.5)</p> <p>Etapa 6: Vazando em cima e embaixo (Anexo B.4.6)</p> <p>Etapa 7: Pressão por todos os lados (Anexo B.4.7)</p> <p>Etapa 8: Estabelecendo relações com o corpo humano (Anexo B.4.8)</p> <p>Atividade 9</p> <p>Experimento 5: É vazamento que não acaba mais! (Anexo B.5)</p> <p>Experimento 6: Equação da continuidade (Anexo B.6)</p> <p>Etapa 1 – A igualdade oculta (Anexo B.6.1)</p> <p>Etapa 2 (opcional) – As velocidades pelo computador (Anexo B.6.2)</p> <p>Etapa 3 – Que coisa, uma dupla vazão! (Anexo B.6.3)</p> <p>Experimento 7: Tubo de Venturi e Equação de Bernoulli (Anexo B.7)</p> <p>Verificar outras caixas pretas que os alunos levantaram e se for o caso solicitar apoio à outros especialistas para realizar a abertura destas caixas pretas.</p> <p>(Observação: buscar não se desfazer dos materiais utilizados após a realização de cada experimento, pois é possível reutilizar os materiais de um experimento em outro)</p>	
--	---	--

<p>Esquemática global</p>	<p>Atividade 10</p> <p>Realizar um relatório/mapa mental/esquema relacionando os conceitos experimentais e as discussões iniciais buscando um modelo prévio do produto – em síntese, estabelecer como será o produto e levantar quais caixas pretas ainda não foram abertas para serem abertas sem a ajuda de um especialista.</p> <p>Esta etapa pode ser realizada em conjunto/sequência a seguinte.</p>	<p>Semana 05 (Aula 10)</p>
<p>Abertura de caixas pretas sem ajuda de especialistas</p>	<p>Atividade 11</p> <p>Este é um momento em que, com base em todas as discussões, os alunos ainda perceberão algumas dificuldades em concretizar o produto da IIR por perceberem que será necessário abrir mais caixas pretas. Estas caixas pretas deverão ser abertas pelos alunos sem o auxílio de um especialista. Para tal será necessário um espaço para pesquisa, como biblioteca, sala de informática, acesso a web etc. Neste momento, o professor deve circular pelos grupos para orientá-los muito mais com relação à confiabilidade das fontes de pesquisa que sua relação conceitual.</p> <p>Embora os alunos também possam ser considerados especialistas internos, caso haja grupos e/ou alunos que queiram ajudar seus colegas, é importante deixá-los pois assim exercitarão além da autonomia, a comunicação.</p>	<p>Semana 06 (Aula 11)</p>
<p>Síntese e/ou produto da IIR</p>	<p>Atividade 12</p> <p>Produzir um esquema/projeto/maquete/cartilha do sistema circulatório humano com um relatório técnico que enfoque propostas que estejam atreladas a situações de primeiros socorros, condutas de prevenção de saúde etc.</p> <p>Deixar que cada grupo decida como quer fazer.</p>	<p>Semana 06 (Aula 12)</p>

	Sugestão: Culminar as atividades com uma exposição (reunião de pais / ATPC e funcionários da escola, mostra etc.)	
--	---	--

Bibliografia

- ANDRADE, R. D. O. Resistência a ciência. **Pesquisa FAPESP**, SÃO PAULO/SP, Outubro 2019. 17-21. Disponível em:
<<https://revistapesquisa.fapesp.br/2019/10/07/folheie-a-edicao-284/>>. Acesso em: 26 Março 2020.
- BETTANIN, E. **AS ILHAS DE RACIONALIDADE NA PROMOÇÃO DOS OBJETIVOS DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TÉCNICA**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. Florianópolis/SC, p. 169 f. 2003.
- BETTANIN, E. **AS ILHAS DE RACIONALIDADE NA PROMOÇÃO DOS OBJETIVOS DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TÉCNICA**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. Florianópolis/SC, p. 169. 2003.
- BRAGA FILHO, W. **Fenômenos de transporte para engenharia**. 2. ed. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013. ISBN 978-85-216-2028-0.
- BRASIL. Parte I - Bases Legais. In: _____ **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) (PCNEM)**. Brasília: MEC, 2000. p. 109. Disponível em:
<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 25 Março 2020.
- BRASIL. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. In: _____ **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) (PCNEM)**. Brasília: MEC, 2000. p. 58. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 25 Março 2020.
- BRASIL. Orientações Educacionais Complementares: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. In: _____ **PCN+Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2002. p. 141. Disponível em:
<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 24 Março 2020.
- BRASIL. **Ministério da Educação**: Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Ministério da Educação, 2018. 600 p. Disponível em:
<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 10 junho 2019.
- CACHAPUZ, A. et al. **A Necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. 263 p. ISBN 85-249-1114-X.
- CAMPOS, L. V.; SCHMITT, J. C.; JUSTI, F. R. D. R. Um panorama sobre engajamento escolar: Uma revisão sistemática: An overview of school engagement: A systematic review. **Revista Portuguesa de Educação**, [S. I.], v. 33, n. 1, p. 221-246, 2020. ISSN 0871-9187/ E-ISSN: 2183-0452. Disponível em:
<<https://revistas.rcaap.pt/rpe/article/view/18145>>. Acesso em: 04 Fevereiro 2022.
- CARVALHO (ORG), A. M. P. D. et al. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. 3ª Impressão da 1 ed. de (2004).. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 154 p. ISBN 978-85-221-0353-9.
- CARVALHO (ORG), A. M. P. D. et al. **Ensino de Física**. Especial. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 158 p. ISBN 978-85-221-1213-5.
- CARVALHO, A. M. P. D. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.I.], v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. ISSN DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>>. Acesso em: 08 janeiro 2021.

ÇENGEL, Y. A.; CIMBALA, J. M. **Mecânica dos Fluidos: Fundamentos e aplicações**. Tradução de Katia Aparecida ROQUE e Mario Moro FECCHIO. Porto Alegre: AMGH, 2007. ISBN ISBN 978.85.8055-066-5.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 5. ed. Ijuí: Unijuí, 2010. 368 p. ISBN ISBN 978-85-7429-893.

DEMARCO, D. **Ilha interdisciplinar de racionalidade: uma discussão sobre o funcionamento dos condicionadores de ar na escola**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo. [S.l.], p. 99 f. 2018.

DETONI, H. D. R. **Tutoriais em Atividades de Apoio a Ingressantes na Universidade**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Rio de Janeiro, p. 179 f. 2016.

FESSEL, M. B. A visão dos alunos quanto às disciplinas de ciências da natureza e a prática docente: Um recorte das escolas estaduais de ensino médio da Diretoria de Ensino da Região de Piracicaba. **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2013**, São Paulo, 21 Janeiro 2013. 8. Disponível em:

<<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0621-1.pdf>>. Acesso em: 14 Dezembro 2019.

FIALHO, A. B. **Automação hidráulica: projetos, dimensionamento e análise de circuitos**. 5. ed. ed. São Paulo: Érica, 2007. ISBN 978-85-7194-892-1.

FOGAÇA, J. R. V. Variação da pressão atmosférica e ponto de ebulição. **UOL - Mundo Educação**, 2022. Disponível em:

<<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/variacao-pressao-atmosferica-ponto-ebulicao.htm>>. Acesso em: 21 fev 2022.

FOUREZ, G. **A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências**. Tradução de tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo-SP: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995. 320 p. ISBN ISBN 85-7139-083-5.

FOUREZ, G. **Alfabetización científica e tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de la ciencia**. Tradução de ELSA GÓMES DE (Traducción) SARRÍA. Buenos Aires: Ediciones Colihue S.R.L., 1997. 249 p. ISBN ISBN: 950-581-637-5.

FOUREZ, G. Se représenter et mettre en oeuvre l'interdisciplinarité à l'école. **Revue des sciences de l'éducation**, v. v. 24, n. n. 1, p. p. 31-50, 1998. ISSN ISSN 1705-0065. Disponível em: <<https://id.erudit.org/iderudit/031960ar>>. Acesso em: 18 janeiro 2021.

FOUREZ, G. Interdisciplinarité et îlots de rationalité. **Canadian Journal of Math, Science & Technology Education**, v. v.1, n. n.3, p. p. 341-348, 2001. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14926150109556474?journalCode=ucjs20>>. Acesso em: 22 julho 2021.

FOUREZ, G. **CRISE NO ENSINO DE CIÊNCIAS? (Crisis in science teaching?)** - Tradução de Carmem Cecília de Oliveira. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre/RS, v. 8(2), p. p. 109-123, 2003. ISSN ISSN: 1518-8795. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/download/542/337>>. Acesso em: 08 Maio 2021.

FOUREZ, G. Retos epistemológicos de la enseñanza de la física. **SINÉCTICA REVISTA ELECTRÓNICA DE EDUCACIÓN**, n. n. 27, p. p. 34-39, 2005. ISSN ISSN: 2007-7033. Disponível em:

<<https://sinectica.iteso.mx/index.php/SINECTICA/article/view/232>>. Acesso em: 13 março 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ED. ed. São Paulo: Atlas, 2008. ISBN ISBN 978-85-224-5142-5.

- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física, volume 2:** gravitação, ondas e termodinâmica. Tradução de Ronaldo Sérgio BIASI. 10. ed. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- HELITO (DR.), A. S. Principal causadora de desmaios, síndrome vasovagal requer cuidados comportamentais. **Hospital Sírio-Libanês**, 25 junho 2021. Disponível em: <<https://www.hospitalsiriolibanes.org.br/blog/acontecenosiriolibanes/nosso-site-mudou-confira-as-novidades>>. Acesso em: 2022 março 22.
- HEWITT, P. G. **Física conceitual**. Tradução de Trieste Freire RICCI e Maria Helena GRAVINA. Reimpressão 2008. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. ISBN ISBN 0-321-05202-1.
- LISBÔA, L. Pressão: Altos e baixos. **Super Interessante**, 31 out 2016. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/saude/pressao-altos-e-baixos/>>. Acesso em: 21 fev. 2022.
- MOHR, A. et al. Gérard Fourez in memoriam: ensino de ciências na confluência da epistemologia, da ética, do papel das disciplinas científicas e da interdisciplinaridade. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. v.12 n.1, p. 1-8, maio 2019. ISSN ISSN 1982-5153. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2019v12n1p1>>. Acesso em: 17 maio 2021.
- MOHR, A. et al. UM SINGULAR PLURAL: CONTRIBUIÇÕES DE GÉRARD FOUREZ PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. **REVISTA DYNAMIS**, BLUMENAU, v. v.25, n. n.1, p. p. 164-179, 2019. ISSN ISSN-1982-4866. Disponível em: <<https://bu.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/download/7989/4185>>. Acesso em: 14 Maio 2021.
- NASA. earth observatory. Disponível em: <<https://earthobservatory.nasa.gov/glossary/f/h>>. Acesso em: 28 dezembro 2021.
- NEHRING, C. M. et al. As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. v. 2, n. n. 1, p. p. 88-105, junho 2000. ISSN versão impressa ISSN 1415-2150 - versão On-line ISSN 1983-2117. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1983-21172000000100099&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 07 setembro 2021.
- PIETROCOLA (ORG), M. **Ensino de Física:** conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006. 236 p. ISBN ISBN 85.328.0211-7.
- PIETROCOLA, M.; ALVES FILHO, J. D. P.; PINHEIRO, T. D. F. PRÁTICA INTERDISCIPLINAR NA FORMAÇÃO DISCIPLINAR DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS. **Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)**, v. v. 08, n. n. 02, p. p. 131-152, agosto 2003. ISSN ISSN: 1518-8795. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/download/544/339>>. Acesso em: 21 abril 2021.
- RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; KRANE, K. S. **FÍSICA 2**. Tradução de Pedro Manuel Calas Lopes PACHECO; Marcelo Areias TRINDADE, *et al.* 5ª Edição. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003. ISBN 8521613687.
- RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 251-266, 2007. ISSN ISSN 1806-9126. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbef/v29n2/a10v29n2.pdf>>. Acesso em: 14 Dezembro 2019.
- SÃO PAULO (ESTADO). **Currículo do Estado de São Paulo:** Ciências da Natureza e suas tecnologias. São Paulo: SEE-SP, 2010. Disponível em:

<<https://www.educacao.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/235.pdf>>. Acesso em: 27 Março 2020.

SÃO PAULO (ESTADO). **Currículo paulista etapa ensino médio**. São Paulo: SEE-SP, 2020. 301 p. Disponível em:

<<https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/sites/7/2020/08/CURR%C3%8DCULO%20PAULISTA%20etapa%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>>. Acesso em: 08 Agosto 2020.

SARDI, G. C. UMA ANÁLISE LATOURIANA DO CONCEITO DE CONHECIMENTO ANTERIOR E SEU EMPREGO NO REALISMO CIENTÍFICO. **Kínesis - Revista de Estudos dos Pós-Graduandos em Filosofia**, Marília/SP, v. vol. XII, n. n. 31, p. p. 133-151, julho 2020. ISSN ISSN: 1984-8900. Disponível em: <<https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/kinesis/article/download/10619/6584>>.

Acesso em: 28 setembro 2021.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. São Paulo, p. 282 p. 2008.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação. In: CARVALHO, A. M. P. D., et al. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. Cap. 1. ISBN ISBN 978-85-221-1213-5.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica como objetivo do ensino de ciências. **Licenciatura em Ciências (UNIVESP)**, São Paulo, v. Módulo 07, p. 47-57, 2014. Disponível em: <https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_05.pdf>.

Acesso em: 18 Novembro 2020.

SASSERON, L. H. Colocando em prática as ideias sobre ensino por investigação. **Licenciatura em Ciências (UNIVESP)**, São Paulo, v. Módulo 07, n. Módulo 07, p. 137-142, 2014. Disponível em:

<https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_14.pdf>. Acesso em: 2014 Novembro 2020.

SASSERON, L. H. Eixos Estruturantes e indicadores da alfabetização científica. **Licenciatura em Ciências (UNIVESP)**, São Paulo, v. Módulo 07, p. 59-66, 2014. Disponível em: <https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_06.pdf>.

Acesso em: 18 Novembro 2020.

SASSERON, L. H. O ensino por investigação na prática: condicionantes e limitantes. **Licenciatura em Ciências (UNIVESP)**, São Paulo, v. Módulo 07, n. Módulo 07, p. 126-135, 2014. Disponível em:

<https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_13.pdf>. Acesso em: 18 Novembro 2020.

SASSERON, L. H. O ensino por investigação: pressupostos e práticas. **Licenciatura em Ciências (UNIVESP)**, São Paulo, v. Módulo 07, n. Módulo 07, p. 116-124, 2014. Disponível em: <https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_12.pdf>.

Acesso em: 18 Novembro 2020.

SCHMITZ, C. **Desafio docente: as ilhas de racionalidade e seus elementos interdisciplinares**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica. [S.l.], p. 289 f. 2004.

SCHMITZ, C. **Desafio docente: as ilhas de racionalidade e seus elementos interdisciplinares**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica. [S.l.], p. 289 p. 2004.

- SCHMITZ, C.; ALVES FILHO, J. D. P. Ilha de racionalidade e a situação problema: o desafio inicial. **IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Jaboticatubas-MG, p. 13 p., 26 a 30 outubro 2004. Disponível em: <<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/sys/resumos/T0106-1.pdf>>. Acesso em: 2021 janeiro 18.
- SILVA, R. R. C.; COUTINHO, F. Â.; LIMA, A. D. C. DESVENDANDO AS CAIXAS-PRETTAS DA CIÊNCIA: ENCONTRANDO CONTROVÉRSIAS E INCERTEZAS NO DISCURSO CIENTÍFICO, À LUZ DE BRUNO LATOUR. **SIMPEQUI - Simpósio Brasileiro de Educação Química**, Manaus/AM, 10 a 112 Agosto 2016. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/simpequi/2016/trabalhos/90/8780-19544.html>>. Acesso em: 28 setembro 2021.
- SILVEIRA, M. E. D.; JUSTI, F. R. D. R. Engajamento escolar: adaptação e evidências de validade da escala EAE-E4D. **Psicologia: teoria e prática**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 110-125, abril 2018. ISSN 1516-3687. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-36872018000100007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 04 fev. 2022.
- SOUZA, T. N. D. **ENGAJAMENTO DISCIPLINAR PRODUTIVO E O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: ESTUDO DE CASO EM AULAS DE FÍSICA NO ENSINO**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 137 f. 2015.
- UNESCO. **A ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação**, (Declarações de) Budapeste e Santo Domingo. Brasília: ABIPTI, 2003. 72 p. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000131550_por>. Acesso em: 28 Março 2020.
- VILLATORRE, A. M.; HIGA, I.; TYCHANOWICZ, S. D. **Didática e avaliação em física**. São Paulo: Saraiva, 2009. 166p. p. ISBN ISBN 978-85-02-09069-9. Coleção Metodologia do Ensino de Matemática e Física; v. 2.
- ZAGO, L. **Situações didáticas no ensino da relatividade geral: análise do engajamento dos alunos**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 215 f. 2018.

Anexos

A Reprodução dos textos em íntegra

A.1 Texto 1: Novo coração artificial responde às atividades do paciente

Novo coração artificial responde às atividades do paciente

Por Stephanie Bailey, da CNN, 25/03/2021 às 12:24

(Texto original disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/novo-coracao-artificial-responde-as-atividades-do-paciente/>)

Órgão desenvolvido tem sensores que detectam a pressão sanguínea e controla o fluxo em tempo real

Doenças do coração são a principal causa de mortes no mundo, e cerca de uma em cada cinco pessoas nos países desenvolvidos sofrerá de insuficiência cardíaca durante a vida.

Nos piores casos, o único tratamento é o transplante. Mas com mais corações falhando do que sendo doados, os pacientes podem passar anos em uma lista de espera.

Para ajudar as pessoas que aguardam um transplante, a empresa francesa Carmat desenvolveu um “coração totalmente artificial” – um dispositivo para substituir todo o coração até que um doador seja encontrado.

Com formato semelhante a um coração humano e pesando quatro quilos, ele é alimentado por duas baterias que fornecem cerca de quatro horas de carga antes que o dispositivo precise ser conectado a uma fonte de energia.

Os sensores detectam a pressão sanguínea e, em resposta, um algoritmo controla o fluxo sanguíneo em tempo real. “Funciona como um coração humano, então se o paciente anda, o fluxo sanguíneo aumenta e se o paciente está em repouso, o fluxo sanguíneo é estável e baixo”, disse o CEO da Carmat, Stéphane Piat, à CNN Business.

As partes em contato com o sangue do paciente são feitas de material compatível com o corpo humano, para reduzir o risco de reações adversas. Uma vez implantado cirurgicamente, o dispositivo não requer manutenção, diz Piat.

Pronto para o mercado

Dezenove pacientes já receberam o dispositivo em testes e, em dezembro, a empresa recebeu a marcação CE (certificação que mostra se o produto vai de encontro aos parâmetros europeus de saúde, segurança e meio ambiente), permitindo à Carmat vender o produto na União Europeia. No mês passado, ele recebeu autorização para iniciar um estudo de viabilidade para obter a aprovação da Food and Drug Administration (FDA) dos Estados Unidos.

A Carmat espera começar a vender o coração artificial na Alemanha até o final de junho. Piat espera que a Carmat produza 20 corações até o final do ano, que serão vendidos a hospitais por mais de € 160 mil cada (mais de R\$ 1 milhão). Embora seja adequado para os homens, o design atual é muito grande para a maioria das mulheres.

A Carmat foi fundada em 2008, mas o cirurgião francês Alain Carpentier começou a desenvolver coração artificial há 25 anos. A empresa agora tem cerca de 190 funcionários e recebeu mais de € 250 milhões (R\$ 1,7 bilhão) em financiamento.

Martin Cowie, professor de cardiologia do Imperial College London, diz que os pesquisadores vêm tentando há décadas criar uma bomba mecânica que possa substituir completamente um coração.



Coração artificial produzido pela Carmat Foto: Reprodução/Carmat

Ele diz que as tentativas anteriores frequentemente causaram derrames, coágulos sanguíneos e infecções, mas os materiais usados pela Carmat são um passo na direção certa.

Ele acrescenta que o design é um conceito interessante. “O tempo dirá [...] mas eu gosto das ideias deles”, disse Cowie à CNN Business.

Outros dispositivos

O mercado de tecnologia para doenças cardiovasculares valerá mais de U\$ 40 bilhões (R\$ 227 bilhões) até 2030, de acordo com a empresa de pesquisa de mercado IDTechEX.

Existem outros corações totalmente artificiais em desenvolvimento, mas o único atualmente no mercado é produzido pela SynCardia, empresa sediada no Arizona, nos Estados Unidos. Ele tem uma taxa de batimento cardíaco fixa, em vez de se ajustar de forma autônoma à atividade física do paciente.

Outra empresa francesa – a CorWave – está desenvolvendo um dispositivo para pessoas com insuficiência cardíaca menos grave. O equipamento ajuda a bombear o sangue de uma das quatro câmaras do coração, em vez de substituir todo o órgão.

Louis de Lillers, CEO da empresa, diz que a CorWave garantiu cerca de € 80 milhões (o equivalente a R\$ 536 milhões) em financiamento, incluindo € 15 milhões (R\$ 100 milhões) da Comissão Europeia, e está se preparando para testes clínicos nos Estados Unidos e na Europa. Já existem vários dispositivos que ajudam a bombear o sangue de uma câmara do coração, mas o CEO diz que a CorWave usa uma nova tecnologia que o torna mais responsivo às atividades do paciente.

“Somos capazes de rastrear a atividade do paciente e podemos adaptar o fluxo às necessidades dele”, diz.

Um dispositivo para a vida

Embora a Carmat e a CorWave inicialmente comercializem seus dispositivos como medidas temporárias para pacientes que aguardam um transplante, a meta de longo prazo para ambas as empresas é fazer dispositivos que possam ser usados permanentemente.

“A visão é [que isso] será usado como [...] um dispositivo para a vida”, diz Piat. “Mas isso significa coletar dados de longo prazo, então leva mais tempo”.

Cowie fica entusiasmado em ver as empresas tentando novas abordagens e acredita que muitas pessoas podem se beneficiar.

“Eu acho que poderemos chegar ao estágio em que vamos dizer honestamente aos pacientes que eles têm tanta probabilidade de ficar bem com uma bomba mecânica quanto com um transplante”, diz ele.

(Texto original em inglês traduzido de https://edition.cnn.com/2021/03/25/business/carmat-artificial-heart-spc-intl/index.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+rss%2Fcnn_latest+%28RSS%3A+CNN+-+Most+Recent%29)

A.2 Texto 2: Saiba como identificar um infarto ou AVC

Saiba como identificar um infarto ou AVC

Por Gastro Center – Centro Médico Stella Central, (sem data de publicação disponível)

(Texto original disponível em: <https://www.gastrocenterjf.com.br/blog/saiba-como-identificar-um-infarto-ou-avc/>)

As doenças cardiovasculares são as principais causas de morte no Brasil. De acordo com a Sociedade Brasileira de Cardiologia, cerca de 30% dos óbitos registrados no país são resultados de distúrbios como o infarto, acidente vascular cerebral isquêmico (AVC) e insuficiência cardíaca. O infarto é a segunda doença que causa mais mortes no Brasil, perdendo apenas para as cerebrovasculares, especialmente o derrame.

Ir ao cardiologista com regularidade e fazer exames preventivos ajudam no diagnóstico precoce dessas doenças. Porém conhecê-las e saber quais são suas causas e sintomas é algo importante para que se fique atento aos sinais que o corpo nos dá.

Infarto:

O que é?

A doença arterial coronariana afeta as artérias do coração, comprometendo a circulação sanguínea. Isso ocorre devido a formação de placas de gorduras nas paredes dos vasos do coração. A presença dessas placas no sangue é chamada de aterosclerose e conforme elas crescem, a obstrução dos vasos fica cada vez maior. Com isso, a absorção de nutrientes e de oxigênio para os músculos do coração fica comprometida, causando a angina – dor e desconforto no peito. O infarto acontece quando uma ou mais artérias que levam oxigênio ao coração são obstruídas abruptamente por um coágulo. Cerca de 8% a 30% dos casos de infarto terminam em morte.

Sintomas

O infarto provoca dores e desconforto no peito. Além disso, sintomas como falta de ar, suor, dor na região abdominal e palidez também podem estar presentes. A angina pode aparecer, principalmente, depois de alguns minutos de atividade física, esforço muscular, mudança de temperatura ou estresse emocional. Ela é o primeiro sinal de alerta e deve ser confirmada por exames como o teste ergométrico, por exemplo.

Acidente Vascular Cerebral (AVC):

O que é?

Conhecido popularmente como derrame, o AVC é causado pela falta de oxigênio em alguma área do cérebro. Ele acontece por obstrução arterial ou por sangramento devido ao rompimento dos vasos que levam sangue ao cérebro. A falta de sangue provoca paralisia de determinadas áreas do cérebro, causando a perda de funções neurológicas.

O AVC pode ser dividido em duas categorias: o isquêmico e o hemorrágico. O primeiro acontece quando há entupimento da artéria e o impedimento da passagem de oxigênio para as células cerebrais que acabam morrendo. Já no hemorrágico, o vaso cerebral se rompe, causando hemorragia em algum ponto do sistema nervoso. O tipo mais comum de AVC é o isquêmico, porém o hemorrágico pode ser mais fatal.

Sintomas

O desenvolvimento do AVC pode ser silencioso. Enfraquecimento, adormecimento ou paralisção da face, braço ou perna de um lado do corpo, alteração da visão, dificuldade na fala ou compreensão são os principais sintomas. Outro sinal de alerta é a tontura sem causa definida, desequilíbrio, falta de coordenação no ar, dores de cabeça fortes e persistentes e dificuldade para engolir.

No próximo artigo abordaremos métodos para prevenir essas doenças, como tratá-las e como as complicações podem deixar sequelas para toda a vida. O importante é buscar ajuda aos primeiros sinais e não deixar de visitar um ótimo cardiologista pelo menos uma vez ao ano. Se você tem histórico familiar de doenças cardiovasculares, a consulta é ainda mais importante.

A.3 Texto 3: Hipertensão atinge mais de 30 milhões de pessoas no Brasil

Hipertensão atinge mais de 30 milhões de pessoas no Brasil

Por Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo - SOCESP, 23/04/2018

(Texto original disponível em: <https://soces.org.br/noticias/area-medica/hipertensao-atinge-mais-de-30-milhoes-de-pessoas-no-brasil/>)

Doença, considerada silenciosa, faz com que o coração tenha que exercer um esforço maior do que o normal e acaba comprometendo o funcionamento de outros órgãos

No dia 26 de abril, comemora-se o Dia Nacional de Prevenção e Combate à Hipertensão Arterial, doença grave que pode comprometer o organismo e levar a morte. Acredita-se que existam no Brasil mais de 30 milhões de hipertensos, destes, segundo o Ministério da Saúde, apenas 10% fazem o controle adequado. Além de ser considerada a doença de maior prevalência na população brasileira e é a principal causa de morte no Brasil

A hipertensão arterial é um problema de saúde pública que atinge homens e mulheres no mundo todo. Só no Brasil, um em cada cinco indivíduos sofrem da doença. Segundo a Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo – SOCESP, diversos fatores contribuem para a elevação da pressão arterial, dentre eles, obesidade, sedentarismo, estresse, herança familiar e consumo excessivo de bebidas alcoólicas.

Praticar exercícios físicos regularmente, evitar excesso de sal na alimentação, combater a obesidade e ter atividade de lazer são algumas das formas mais eficazes de se combater a pressão alta. A adoção destes hábitos saudáveis, antes do surgimento da doença, pode contribuir para sua prevenção.

Não existem sintomas para hipertensão, no entanto, quando surgem são graves, como o infarto. Para o cardiologista e presidente da SOCESP, Dr. José Francisco Kerr Saraiva, é importante que, aliado a prática de hábitos saudáveis, a partir dos 30 anos de idade, se procure com intervalo de seis meses o médico com o objetivo de se realizar um diagnóstico precoce.

Considera-se ideal a pressão igual ou menor que 140/90 mm Hg. Porém, cardiologistas advertem que variações destes números são aceitos. Por exemplo, com o avanço da idade é normal que a pressão mude, sem comprometer a saúde. Porém, só um médico está habilitado a dizer se a variação é aceitável.

Segundo a SOCESP a hipertensão arterial prejudica vários órgãos. O coração é forçado a trabalhar mais, causando aumento da massa muscular cardíaca e, posteriormente, dilatação do mesmo. Estas alterações do coração causam a insuficiência cardíaca. Nas artérias, a pressão arterial alta danifica a parede, acelerando a formação de depósitos de gordura, provocando estreitamento da luz da artéria. Como consequência a este estreitamento, o paciente tem maior probabilidade de ter angina e/ou infarto agudo do miocárdio. Outras doenças secundárias são derrame cerebral e insuficiência renal.

A.4 Texto 4: TJ decide que saleiros podem voltar às mesas de bares e restaurantes

TJ decide que saleiros podem voltar às mesas de bares e restaurantes

Por Raquel Lopes, da Gazetaonline, 26/05/2017 às 10:47h

(Texto original disponível em: <https://www.gazetaonline.com.br/noticias/cidades/2017/05/tj-decide-que-saleiros-podem-voltar-as-mesas-de-bares-e-restaurantes-1014059296.html>)

Lei que proibia o sal exposto em restaurantes e bares foi considerada inconstitucional

O Tribunal de Justiça do Espírito Santo decidiu que é inconstitucional a lei estadual que proíbe os saleiros e sachês de sal de ficarem expostos nas mesas e balcões de bares e restaurantes do Espírito Santo. Na época em que a lei entrou em vigor, em 2015, a medida gerou polêmica e houve protestos.

A norma determinava que os estabelecimentos que comercializavam alimentos preparados para consumo imediato, como bares, restaurantes, lanchonetes e similares, ficavam proibidos de expor, em mesas e balcões, recipientes ou sachês com sal de cozinha. Para ter acesso, era preciso pedir aos atendentes.

A decisão do TJES se originou de uma Ação Direta de Inconstitucionalidade (Adin) proposta pela Associação Nacional de Restaurantes em face dos Poderes Executivo e Legislativo Estaduais.

A associação argumentou nos autos que houve intromissão do Estado na atividade econômica de locais privados, infringindo os princípios da livre iniciativa e da ordem econômica e violando princípios da Constituição do Estado do Espírito Santo.

Antes do julgamento do mérito da ação, os desembargadores analisaram as questões preliminares levantadas pelo Executivo e pelo Legislativo. Em todas elas, o relator da Adin, desembargador Ney Batista Coutinho, rejeitou as proposições, sendo acompanhado pelo plenário.

Ao julgar o mérito, “o magistrado destacou que a indevida intromissão do Estado no exercício da atividade econômica privada infringe os princípios da livre iniciativa e da ordem econômica”.

O desembargador Ney Batista destacou que a ideia de se preocupar com a saúde dos cidadãos é louvável, entretanto, os meios empregados para impedir a disponibilidade de sal nas mesas de estabelecimentos apresentam-se destituídos de razoabilidade.

“Existem caminhos muito mais amenos para atingir tal desiderato, como por exemplo, investimento em ações informativas que esclareçam os malefícios do referido produto, por meio de abordagem a consumidores e utilização de veículos de comunicação”, destacou o desembargador Ney Batista Coutinho.

Sindbares

O presidente do Sindicato dos Bares, Restaurantes e Similares do Espírito Santo (Sindbares), Wilson Calil, afirmou que foi uma ótima decisão tomada pelo Tribunal de Justiça.

“Era absurdo e inconstitucional porque ninguém pode interferir na relação de consumo. Se for desse jeito, daqui a pouco proíbem o açúcar por causa de diabetes. A medida tinha ridicularizado a imagem do Estado para todo Brasil. Acho bom que isso tenha acabado e que cada um possa voltar a decidir o que quer fazer da vida”, afirmou.

Na época, em forma de protesto contra a lei, um restaurante localizado em Jardim Camburi, Vitória, pendurou saleiros por todo o estabelecimento.

Segundo o proprietário do restaurante, Gugu Barbarioli, a decisão foi sensata. Ele explica que o Estado pode orientar uma pessoa a não comer muito sal e sempre ter cautela, mas não proibir.

“Fizemos uma brincadeira como forma de protesto e de chamar a atenção da população. A pessoa que quiser sal pode comer. Não sei o que passou na cabeça dos políticos que aprovaram esta lei estadual. A decisão foi sensata.”

Apesar da polêmica, um ano após a lei, os comerciantes perceberam uma diminuição no consumo de sachês do produto nos estabelecimentos, sem mencionar números.

Profissionais ligados à área da saúde também defendem a lei. Na época que entrou em vigor, médicos e nutricionistas reconheceram que ela isolada não diminuiria o consumo, mas que, associada a outras medidas, ajudaria na redução.

Cientes

Entre os clientes, as opiniões são diversas. A contadora Bianca Ferreira Assis, de 26 anos, comemorou a decisão do Tribunal de Justiça do Estado por achar que vai facilitar o trabalho do garçom e a comodidade do cliente. Já a analista de departamento pessoal Rayane Mageske, de 27 anos, é contra o saleiro na mesa. *“A maioria dos sachês e saleiros não possuem data de validade. O sal na mesa faz com que ele seja consumido mais do que o necessário”*.

A.5 Texto 5: Lei que proíbe sal em restaurantes faz 1 ano e consumo diminui no ES

Lei que proíbe sal em restaurantes faz 1 ano e consumo diminui no ES

Por Manoela Albuquerque e Katilaine Chagas Do G1 ES e de A Gazeta, 22/07/2016 às 11:56h (Texto original disponível em: <https://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2016/07/lei-que-proibe-sal-em-restaurantes-faz-1-ano-e-consumo-diminui-no-es.html>)

Comerciantes dizem que compra de sachês caiu. Mas ainda divergem sobre a proibição.

A lei que proíbe o sal nas mesas de bares, restaurantes e lanchonetes do Espírito Santo completa um ano neste mês. Os comerciantes perceberam uma diminuição no consumo de sachês do produto, mas eles ainda divergem sobre a proibição.

A professora Patrícia Oliveira ainda acredita que o sal deveria continuar na mesa, já que cada um tem o seu gosto. “Eu acho que deve ter na mesa, porque você vai colocar a quantidade que você acha necessária”, opinou.

Já o filho dela, José de Souza Neto, acha que o sal não interfere tanto no seu paladar. “*Para mim não faz muita diferença, porque eu não ligo muito para o sal*”, disse o estudante.

A bancária Laiza Thompson só pode o sal quando acha necessário. “*Eu acabo pedindo o sal quando eu saio para comer uma refeição como um filé com fritas, por exemplo. Pizza não precisa, churrasco não precisa*”, disse.

A servidora pública Michele Santana almoça em restaurantes durante a semana e diz que a lei ajudou na diminuição do consumo do produto.

“*A lei ajudou. Já era uma recomendação da nutricionista não colocar sal na salada. Com a nova lei, não colocando o sal à disposição, você se acostuma a não usar. Eu criei o hábito e nem em casa eu uso sal*”, contou.

Consumo de sachês

Comerciantes de Cachoeiro de Itapemirim, no Sul do estado, relataram que o uso dos sachês de sal diminuiu depois da lei.

“*Daquele sachezinho, a gente gastava 3 mil por semana, hoje, gasta-se mil*”, disse Ronaldo Zardo.

A comerciante Adilza Roncetti falou que a compra de sachês de sal pelo estabelecimento caiu pela metade.

“*A nossa compra de sal foi pela metade. A gente comprava duas caixas de sal sachê, hoje a gente só compra uma, que dá para a semana toda. O consumo não era por necessidade, mas porque estava exposto. Hoje a pessoa almoça sem pedir nem um salzinho*”, opina.

Lei

A lei nº10.369/2015, que proíbe sal nas mesas de bares e restaurantes do Espírito Santo, entrou em vigor dia 9 de julho de 2015. A multa por descumprimento é de R\$ 1.343,55.

Na época, o governo do estado justificou que a proposta era uma forma de desestimular a ingestão de sal, “*levando em consideração o elevado consumo de sódio pela população brasileira, sua influência na prevalência de hipertensão arterial e a importância de controlar esse consumo, o que poderá trazer consequências positivas para toda a sociedade capixaba*”, diz a nota.

A opinião da população variava. “*Acho válida. Tendo na mesa, as pessoas pegam pelo hábito. Não consumo muito sal, só o que já vem na comida. Mas vai diminuir o consumo. O pessoal é tão preguiçoso que não vai se levantar para pegar*”, acredita o empresário Diego Friques, 26 anos.

De maneira oposta pensa o seu colega, o também empresário Luciano Santos, 24 anos. “*Não vai adiantar muito porque o cliente pode pedir o sal. O número de clientes que desistem do sal é pequeno*”, afirma Luciano.

Bares

Na avaliação do presidente do Sindicato dos Restaurantes, Bares e Similares (Sindbares), Wilson Calil, a lei vai *“tumultuar bastante o funcionamento dos negócios”*. *“Com certeza essa obrigatoriedade vai atrasar o atendimento”*, afirmou o presidente por nota.

O governo do Estado apontou que a proposta veio em resposta *“às demandas da sociedade para adoção de ações voltadas à redução do consumo de sódio”*. E acrescentou que o Sindbares pode apresentar sugestões, *“que serão muito bem vindas e levadas em consideração”*.

Profissionais da saúde defenderam a nova lei

Profissionais ligados à área da saúde defenderam a lei. Eles reconhecem que ela isolada não vai diminuir o consumo, mas que, associada a outras medidas, vai ajudar na redução.

“Você não vai conseguir reduzir de uma hora para outra. A lei vai dar uma pequena contribuição para que, com outras, reduzam o consumo”, afirmou o fisiologista José Geraldo Mill, que coordena pesquisa sobre consumo de sal em Vitória e que serve de parâmetro para todo o país.

O consumo máximo diário recomendado é de cinco gramas por dia. Mas a média diária ingerida é de 11 ou 12 gramas, segundo o pesquisador.

O sódio é consumido em três frentes: no já existente nos alimentos, no usado para o seu preparo e no acrescentado pelos consumidores depois de pronto. *“Essa lei atua em uma dessas três frentes”*, reforça Geraldo Mill.

A nutricionista Ana Maria Bartels Rezende fez um alerta sobre consumo de alimentos industrializados, que concentram maior quantidade de sal. *“Essa medida é uma das estratégias. Não é a única nem a principal, mas é uma medida importante”*, disse ela, que é doutora em Saúde Pública e coordenadora do curso de Nutrição da UVV.

A.6 Texto 6: Brasil fica atrás de outros países no combate ao abuso de sal

Brasil fica atrás de outros países no combate ao abuso de sal

Por Marcia Carmo, Alessandra Correa e Ewerthon Tobace de Buenos Aires, Washington e Tóquio para a BBC Brasil, 13/08/2014

(Texto original disponível em:

https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/08/140813_sal_outros_paises_dg)

Apesar de sucessos recentes no combate ao consumo excessivo de sal - que provoca problemas graves de saúde no longo prazo, como hipertensão, doenças cardíacas e derrames -, o Brasil ainda está atrás de países como Argentina, Estados Unidos e Grã-Bretanha em iniciativas de saúde do tipo.

Em outros países, as tentativas mais bem-sucedidas até agora sempre envolveram acordos com a indústria alimentícia, em que fabricantes reduzem de forma voluntária a quantidade de sódio dos seus alimentos - modelo que está se mostrando bem-sucedido no Brasil.

Um dos motivos desta abordagem é que a maior parte do sal está embutida nos alimentos processados, não no sal de mesa acrescentado pelos próprios consumidores. Na medida em que a indústria mude as suas práticas, as pessoas passam a consumir menos sal.

Em lugares como Estados Unidos, há pressão para que o governo estabeleça limites obrigatórios de sal, mas por ora as iniciativas ainda são feitas de forma voluntária. No Japão, o governo vai colocar certificados de aprovação nos rótulos de alimentos que possuem pouco sal a partir do ano que vem.

Veja como alguns países tratam o problema.

Argentina

Nos últimos quatro anos, a Argentina conseguiu baixar o consumo de sal per capita com a mesma fórmula adotada por vários países: acordos voluntários com a indústria alimentícia.

No primeiro acordo, firmado em 2010, os fabricantes de pão reduziram em 25% a quantidade de sódio do alimento.

Pouco tempo depois, o acordo foi ampliado para empresas responsáveis por 435 alimentos de consumo em massa, segundo disse à BBC Brasil o diretor de Promoção da Saúde e do Controle de Doenças Não Transmissíveis do Ministério da Saúde, o médico Sebastián Laspiur.

"Avançamos muito, mas ainda falta muito. Nestes quatro anos, conseguimos baixar o consumo de sal per capita por ano. Estimamos que este resultado signifique em torno de 2 mil mortes a menos por problemas provocados pelo sal, como o cardiovascular", afirmou.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estipula que o ideal é a quantidade de 5 gramas per capita. *"Estávamos em torno de 11,5 gramas antes e agora em torno de dez gramas per capita anual. Podemos chegar a nove, mas ainda falta muito para atingirmos a meta da OMS", disse Laspiur.*

Segundo ele, cerca de 30% das padarias do país aderiram à iniciativa e colocaram cartazes em seus estabelecimentos informando que o produto tem menos sal. Além disso, bares e restaurantes de alguns municípios e de algumas províncias passaram a atender normas locais tirando o saleiro das mesas. Neste caso, o sal só é entregue caso o freguês peça.

No ano passado, foi aprovada uma lei nacional com regras mais amplas sobre o consumo de sal. Os restaurantes teriam que limitar o uso de sal em suas comidas e ainda colocar cartazes informando sobre os efeitos negativos para a saúde. No entanto, os detalhes da nova legislação ainda precisam ser definidos em uma lei posterior para que as medidas entrem em vigor.

Estados Unidos

Os americanos consomem em média 3,3 gramas de sódio por dia, acima do aconselhado por especialistas no país, de no máximo 2,3 gramas diários ou, em casos específicos, como para adultos acima de 50 anos ou com histórico de doenças como hipertensão ou diabetes, de 1,5 grama por dia.

Não há no país, porém, regras obrigatórias para a redução dos níveis de sódio nos alimentos.

Uma parceria entre mais de 90 autoridades locais e estaduais e organizações nacionais de saúde estabelece metas voluntárias para a redução dos níveis de sódio usados por fabricantes de alimentos e restaurantes.

A Iniciativa Nacional para a Redução de Sal (NSRI, na sigla em inglês) é coordenada pelo Departamento de Saúde da cidade de Nova York e tem o objetivo de reduzir o consumo de sal em 20%.

As metas abrangem 62 categorias de alimentos embalados e 25 categorias de comida vendida em restaurantes.

A iniciativa conta com a adesão de 28 indústrias alimentícias, supermercados e cadeias de restaurantes, entre elas grandes nomes como Unilever, Kraft Foods, Starbucks e Subway. Muitas dessas empresas já atingiram suas metas iniciais.

Em 2010, um órgão consultivo em questões de saúde, o Instituto de Medicina, pediu que o governo americano estabelecesse regras nacionais obrigatórias para a presença de sódio.

O governo, no entanto, já afirmou que prefere que as regras sejam voluntárias. Em breve, serão lançadas metas para que a indústria reduza a quantidade de sódio nos produtos alimentícios.

Especialistas pedem maior ação das autoridades para garantir uma redução mais abrangente.

"Na ausência de esforços federais para melhorar monitoramento, fiscalização e diretrizes para apoiar essas iniciativas de redução de sódio, a preocupação é a de que esses avanços iniciais não sejam mantidos", disse à BBC Brasil a pesquisadora Kirsten Bibbins-Domingo, diretora do Centro para Populações Vulneráveis da Universidade da Califórnia, em São Francisco.

Grã-Bretanha

No Reino Unido, os acordos voluntários com a indústria alimentícia também deram resultados positivos, mas existe um consenso entre especialistas de que é preciso avançar mais.

O consumo diário de sal está na faixa de 8,1 gramas por pessoa, e a meta do governo é reduzir esta média para 6 gramas. Há metas também específicas para crianças: 2 gramas de sal por dia para crianças de até três anos de idade; 3 gramas para idades de quatro a seis anos; e 5 gramas para crianças de sete a dez anos.

Uma pesquisa publicada na revista Hypertension mostrou que 70% das 340 crianças estudadas consomem sal acima da meta.

Segundo a organização Consensus Action on Salt & Health, o caminho para se atingir os objetivos nacionais é trabalhar junto com a indústria alimentícia. A maior parte do sal vem das comidas já processadas - e não do sal de mesa - e portanto está fora do controle dos consumidores.

Desde acordos firmados em 2007, estima-se que o uso total de sal tenha caído em 11 mil toneladas - entre 40% a 50% na maioria dos alimentos.

Japão

Uma refeição japonesa não é completa sem a tradicional sopa de pasta de soja (misô), legumes em conserva e pratos que usam como base o molho de soja (shoyu). Todos altamente ricos em sódio.

Isto fez especialistas alertarem que o Japão está se tornando novamente um dos países que mais consomem o nutriente e que é preciso envolver urgentemente a indústria alimentícia para reduzir a ingestão de sal.

Segundo dados do Ministério da Saúde japonês, a taxa média de consumo do sal gira em torno de 11 gramas por dia - semelhante à do Brasil. Mas o governo quer baixar este patamar para 8 gramas por dia.

Entre as medidas, o Ministério vai introduzir, a partir de abril de 2015, um sistema de certificação de *"refeição saudável"* para alimentos prontos, como pratos vendidos em lojas de conveniência e em supermercados.

A quantidade designada de sal para se obter o certificado é de até 3 gramas por refeição.

Apesar do alto consumo de sal, os japoneses têm, ironicamente, a maior média de longevidade do mundo.

Para Kenji Shibuya, professor do departamento de Política Global de Saúde da Universidade de Tóquio, as razões da longevidade japonesa estão relacionadas ao acesso a medidas de saúde pública, educação, higiene e, claro, uma dieta mais equilibrada, apesar do alto consumo de sódio.

Por iniciativa do governo, o consumo de sal começou a cair depois da Segunda Guerra Mundial. Em algumas regiões, a taxa passou de 18 para 14 gramas por dia.

Com isto, as mortes por pressão alta e por acidente vascular cerebral (AVC), principalmente, tiveram uma significativa queda. Em comparação com dados de 1947, houve um salto de mais de 30 anos na expectativa de vida dos indivíduos.

A.7 Texto 7: "Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), se o consumo de sal, no Brasil, seguisse os padrões recomendados pela OMS, haveria uma diminuição de 15% nos óbitos por Acidente Vascular Cerebral e redução de 10% dos óbitos por infarto"

"Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), se o consumo de sal, no Brasil, seguisse os padrões recomendados pela OMS, haveria uma diminuição de 15% nos óbitos por Acidente Vascular Cerebral e redução de 10% dos óbitos por infarto"

Entrevista realizada por Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca – Centro Colaborador em Vigilância Sanitária: Cecovisa - Entrevistado: Denise de Oliveira Resende (13/07/2016)
(Texto original disponível em: <http://www6.ensp.fiocruz.br/visa/?q=node/5611>)

Cecovisa: A Organização Mundial da Saúde (OMS) tem preconizado a diminuição no consumo de sal em alimentos de forma a evitar mortes prematuras provocadas por doenças cardiovasculares. Como é o consumo de sal no Brasil?

Denise - O consumo diário de sal recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) é de 5g de sal por dia. No Brasil, essa média é de 12 gramas per capita ao dia. Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), se o consumo de sal, no Brasil, seguisse os padrões recomendados pela OMS, haveria uma diminuição de 15% nos óbitos por Acidente Vascular Cerebral e redução de 10% dos óbitos por infarto. Além disso, 1,5 milhão de pessoas ficariam livres de medicação para hipertensão e a expectativa de vida de indivíduos hipertensos aumentaria mais quatro anos.

Cecovisa: A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) tem firmado acordos com supermercados, em alguns estados do país, em campanhas contra o consumo excessivo do sal. O que a Anvisa espera obter com tais ações?

Denise - O objetivo da campanha é comunicar ao consumidor, de forma clara, a importância de reduzir o consumo de sal. Para isso, destaca: a observação dos rótulos para escolhas mais saudáveis, o consumo de alimentos frescos e a redução da adição de sal nas preparações.

De acordo com a Associação Brasileira de Supermercados (Abrás), por dia, passam pelos supermercados no Brasil, aproximadamente, 25 milhões de pessoas. Por isso, essa campanha, em parceria com a Abrás, é importante.

A ideia é que, ao fazer compras, o consumidor se depare com alterações que possam conscientizá-lo dos malefícios do consumo do sal, fora dos padrões recomendados para a saúde. Essa ação mostra a disposição política do governo de buscar instrumentos efetivos para a redução das doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs), que, hoje, são as principais causas de morbidade e mortalidade no Brasil.

Além disso, servem para estreitar as relações com o setor produtivo na consecução dessa política. São responsabilidades compartilhadas entre governo e setor produtivo em respeito aos direitos do consumidor de conhecer o teor de certos nutrientes presentes em sua dieta diária.

Dentro da Câmara Setorial de Alimentos da Anvisa, desde 2007, tem sido discutido o tema da redução das DCNTs e qual o papel da Vigilância Sanitária de Alimentos. Nesse contexto, foram formados 3 subgrupos de trabalho, dentre os quais se destaca o de Comunicação de Risco, que ficou sobre a responsabilidade da Associação Brasileira de Supermercados com participação ativa da Anvisa e Ministério da Saúde, além dos demais membros da Câmara.

Cecovisa: Alguns especialistas sugerem uma abordagem regulatória que iniba o uso excessivo do sal nos alimentos industrializados. O que se pode fazer para estabelecer um marco regulatório que contribua para a redução do consumo de sal pela população?

Denise - Até o momento, nenhum país do mundo tratou a redução do sódio com marco regulatório. O Canadá foi pioneiro em propor a redução de forma voluntária. No Brasil, estão trabalhando, de forma articulada, Governo, setor produtivo e sociedade civil organizada, com o objetivo de desenvolver ações que contribuam para redução das DCNTs. Dentre essas ações destacam-se: 1.) acordo firmado entre o Ministério da Saúde e as associações das indústrias com metas de redução de

sódio por categoria de produtos; 2.) campanha de orientação com a ABRAS para conscientizar a população sobre a necessidade de consumir alimentos com menores teores de sódio; e 3.) elaboração de Guias de Boas Práticas Nutricionais para pão francês e restaurantes populares, que visam orientar os manipuladores de alimentos na redução do uso de sal nas preparações.

Cecovisa: Alguns alimentos campeões em teor de sódio, como queijo parmesão e macarrão instantâneo, fazem parte do cotidiano de parte da população brasileira. Quais as dificuldades encontradas para que as indústrias de alimentos reduzam o teor de sal de seus produtos?

Denise - Em termos de valor absoluto de sódio, o queijo parmesão e o queijo parmesão ralado obtiveram os maiores valores: 3.052 mg/100g e 2.976 mg/100g. O queijo parmesão e o queijo parmesão ralado ainda não fazem parte do acordo assinado entre o MS e as associações das indústrias para redução do consumo de sódio. Já, no caso do macarrão instantâneo, a média do teor de sódio ficou em 1.798 mg para cada 100 g do alimento. Esse valor está dentro do pactuado, em abril de 2011, entre o Ministério da Saúde e as associações das indústrias de alimentos para reduzir a quantidade de sódio nesses alimentos. O acordo prevê o valor máximo de 1.920,7 mg de sódio para cada 100 g de macarrão instantâneo. Em 2013, a Anvisa efetuará o monitoramento do macarrão instantâneo para verificar se os produtos disponíveis no mercado continuam dentro da meta acordada.

Cecovisa: Alguns alimentos industrializados, de uso infantil como as papinhas, empanados de frangos com personagens infantis e batata frita industrializada e fast food, também apresentam elevado teor de sódio. É possível a oferta de alimentos infantis com menor teor de sódio? Santa Catarina proibiu recentemente a veiculação de símbolos de personagens infantis em alimentos fast food destinados a este público.

Denise - O acordo assinado com a indústria tem objetivo de reduzir o teor do sódio nos alimentos de modo geral e, por consequência, nos alimentos de uso infantil. Essa iniciativa demonstra um esforço da indústria brasileira em reduzir os teores de sódio nos alimentos.

No caso dos alimentos infantis, a Anvisa tem ato regulatório específico para alimentos de uso infantil, as chamadas fórmulas infantis. Neste caso, procura aproximar esse regulamento ao que há de mais avançado em organismos internacionais e, amplamente, apoiado pelas entidades médicas brasileiras.

Por se tratar de uma faixa etária vulnerável, a responsabilidade do segmento industrial torna-se ainda maior. A utilização de símbolos infantis, como estratégia de marketing, para alavancar o consumo, tem de ser pensada de maneira bastante responsável, não só pela indústria, como também pelo comércio, pelas agências de propagandas e pelas mídias locais e nacionais.

Toda ação desenvolvida pelos parceiros do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária no sentido de proteger a saúde da população é sempre bem vinda e está de acordo com os preceitos do Sistema Único de Saúde.

B Roteiros experimentais com proposta investigativa

B.1 Experimento 1: Conhecendo e definindo a pressão

Procedimentos

- A. Pedir para que os alunos, inclinem levemente o seu corpo e se apoiem na carteira com a mão aberta.
- B. Perguntar para eles o que eles sentiram?

Neste momento é importante mediar a situação para que eles se atentem ao conceito de força aplicada e constante em função da força peso ocasionada pelo corpo.

- C. Solicitar que mantenham agora a mesma inclinação, mas utilizem neste momento apenas as pontas dos dedos ao invés da mão inteira.

- D. Discutir o que eles sentiram e perguntar o *porquê* desta diferença de sensação com relação a situação anterior.

Neste momento é comum os alunos falarem da dor maior ocasionada nas pontas dos dedos associando isto com uma força maior sendo realizada em comparação com a situação anterior. Por esta razão, questionamentos do tipo “*mas o seu peso mudou?*”, “*you aumentou a sua massa para aumentar o seu peso?*” podem auxiliá-los no levantamento de hipóteses que levam em consideração a distribuição de uma força sobre a área de aplicação dela.

- E. Solicitar para que tentem se apoiar utilizando um único dedo ou dois dedos.
- F. Discutir porque toda esta diferença levando em consideração que o peso deles não mudou.
- G. Construir com eles o conceito da relação entre área de contato/superfície e força aplicada para desenvolver a relação:

$$\left. \begin{array}{l} F \propto P \\ F \propto A \end{array} \right\} F = P \cdot A \rightarrow P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Equação 1 - Equação da pressão

Neste momento, pode-se sugerir que eles busquem representações por meio de desenhos e esquemas associando uma certa quantidade de força, constante, e a área de atuação desta força.

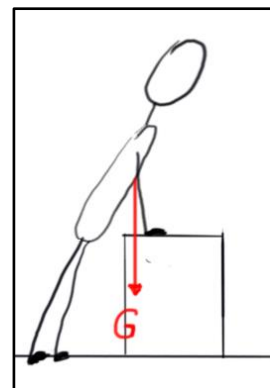


Figura 3 - Corpo inclinado apoiando na carteira escolar.



Figura 4 - Distribuição das forças na mão (imagem à esquerda: representação do procedimento (A); imagem à direita: representação do procedimento (C))

Cabe ressaltar que ao trabalhar Equação 1 - Equação da pressão, questionar aos alunos o que eles conhecem como unidades de medidas de pressão. É possível que neste momento alguns deles apresente unidades como psi, libras etc. Em seguida se torna necessário apresentar aos alunos as unidades de pressão conhecidas, incluindo o Pascal como unidade presente no Sistema Internacional de Unidades. Para facilitar, na Tabela 1 estão disponíveis algumas unidades de medidas de pressão.

Nome da Unidade	Símbolo	Fatores de conversão
Pascal	Pa	$1Pa = \frac{1N}{m^2}$
Pressão atmosférica	atm	$1atm = 101325Pa$
Dina por centímetro quadrado	dinas/cm ²	$1Pa = 10 \frac{dinas}{cm^2}$
Milímetros de mercúrio	mmHg	$760mmHg = 1atm$
Torriceili	torr	$1mmHg = 1torr$
Psi (libra-força por polegada quadrada)	psi	$1psi = 6,895 \times 10^3Pa$
Bar	bar	$1bar = 1 \times 10^5Pa$

Tabela 1 – Algumas unidades de medidas de pressão (adaptado de HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2016. Apêndice D, p. A-7).

B.2 Experimento 2: Hidrostática – a pressão distribuída em um fluido

Materiais necessários (para cada grupo):

1 Seringa com bico cateter (preferencialmente de 60ml ou mais);

1 bexiga pequena (balão tipo canudo – fininha - em geral utilizada para fazer bichinhos de bexiga);

1 Vasilha com água (quantidade de água suficiente para se encher as seringas);

Fita adesiva (fita isolante funciona melhor na fixação e vedação).

Procedimentos

- A. Encher a seringa com água.
- B. Cortar um pedaço de aproximadamente 3cm da ponta da bexiga e acoplar na ponta da seringa, fixando-a com a fita adesiva, de forma que ela possa ser enchida e pressionada com a água de dentro da seringa (importante que não fique com ar na bexiga).

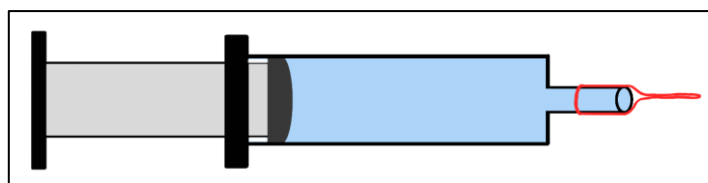


Figura 5 -Representação da seringa com a ponta da bexiga acoplada no bico.

Observação: Não descartar o pedaço da bexiga que sobrou, pois ele será utilizado futuramente!

- C. Solicitar aos alunos que pressionem a seringa em 1/3 do volume para dentro da bexiga.
- D. Perguntar “*por que a bexiga expandiu?*”. Anotar as hipóteses apresentadas.
- E. Solicitar aos alunos que enviem mais água para a bexiga e discutir a diferença de volume ocasionada e porque desta diferença.

Neste momento é importante mediar a situação para que eles percebam a transmissão de força do êmbolo da seringa para o fluido proporcionando o aumento do volume.

- F. Solicitar aos alunos que verifiquem se há partes da bexiga com pressão maior ou menor que a outra apalpando-a.
- G. Mediar a situação para a percepção das forças internas distribuídas uniformemente em um fluido confinado.

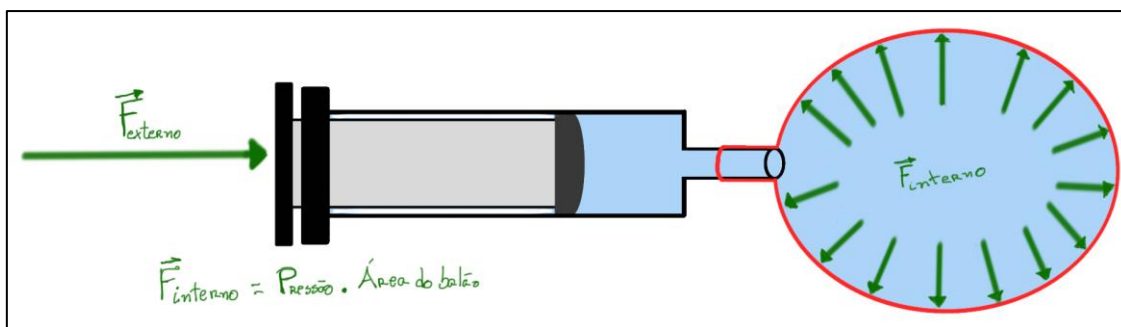


Figura 6 - Representação da distribuição das forças no interior do fluido confinado.

- H. Peça aos alunos para retornarem o êmbolo na posição inicial.
- I. Com uma das mãos, envolver a bexiga de forma a determinar um volume fixo (menor possível) sobre ela, simulando uma situação de um recipiente como por exemplo uma câmara de ar dentro de um pneu.
- J. Solicite para que apertem o êmbolo de forma a manter a bexiga confinada em um volume fixo proporcionado pelas mãos.
- K. Discutir com os alunos o que aconteceu.

Nesta parte da atividade é importante que eles percebam que no caso de recipientes com paredes rígidas, quanto maior é força aplicada no êmbolo, maior serão as forças exercidas nas paredes do recipiente, ou seja, maior será a pressão interna no sistema.

Esta é uma situação que será mais bem explorada no próximo experimento, presente no anexo B.3-Experimento 3: Hidrostática – alavanca de pascal – uma demonstração visual. Por esta razão é importante que eles anotem as observações e as discussões do grupo em seu caderno.

B.3 Experimento 3: Hidrostática – alavanca de pascal – uma demonstração visual

Materiais

Computador com acesso a internet;

Projektor multimídia ou TV como monitor do computador.

Procedimentos

- A. Montado o aparato para reprodução de vídeos no projetor, acessar o vídeo “Tema 02 - Hidrostática / Experimentos - Princípio de Pascal: elevador hidráulico” por meio do link https://www.youtube.com/watch?v=vZLUzu6_xmc (acesso em 19/01/2022).
- B. **Desabilitar o som do vídeo ou do computador.**

No vídeo, enquanto o experimento é realizado, há a locução dos fenômenos que estão ocorrendo durante sua apresentação. Pensando no ensino por investigação, a ação

de impedir a saída de áudio proporcionará condições para que se levante hipóteses sobre o fenômeno observado permitindo explorar o princípio de Pascal a partir das observações realizadas no experimento anterior.

C. Apresentar o vídeo aos alunos.

D. Abrir uma discussão do que ocorreu e porque ocorreu.

Caso eles tenham dificuldades em entender o processo, sugira o observado no experimento anterior sobre a distribuição uniforme de forças em um fluido para que possam perceber a pressão igual nos dois lados do aparato demonstrado no experimento.

E. Por mediação, construa o conceito do princípio de pascal com os alunos.

Para realizar esta mediação é importante fazer alguns questionamentos como: “Por que apenas duas massas conseguiram levantar as outras quatro uma vez que todas elas são iguais?”, “as seringas são do mesmo tamanho?”, “Quem sobe mais?”, “Quem desce mais?”, “Por que há essa diferença de alturas?”, “A quantidade de fluido que passou de um lado foi maior que do outro lado?”.

Neste momento é importante anotar as respostas dos alunos na lousa. Estes questionamentos têm como princípios levantar hipóteses por meio das observações de forma que percebam a influência das características geométricas do experimento nas variáveis observadas.

Com base nestas anotações, é possível construir modelos comparativos por meio de grandezas proporcionais e inversamente proporcionais e por fim produzir o modelo matemático presente no princípio de Pascal.

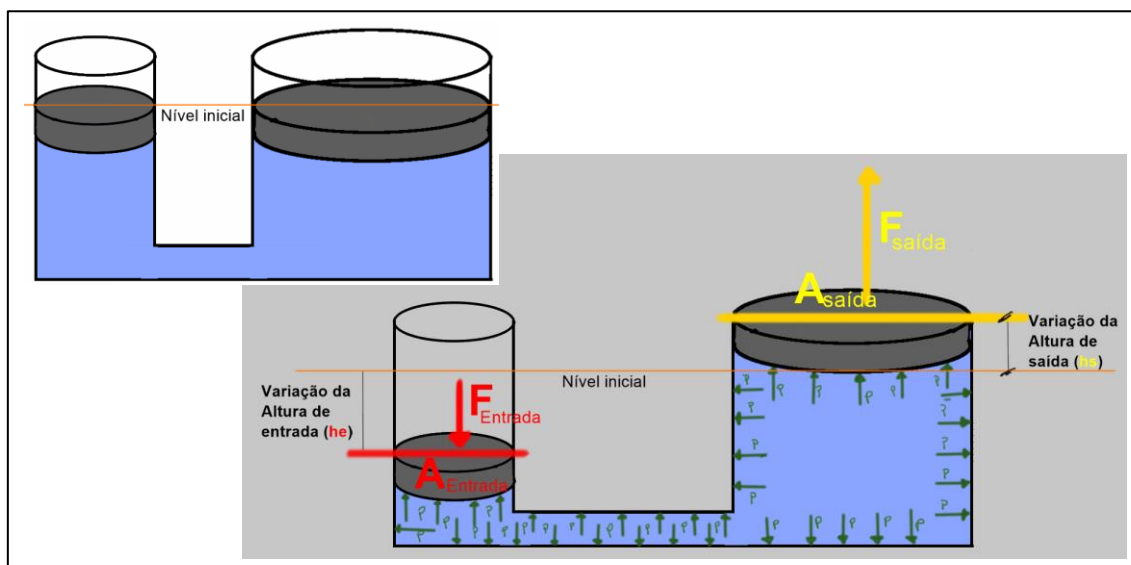


Figura 7 - Representação esquemática do princípio de pascal.

Na discussão deve-se levar em conta as observações dos experimentos anteriores de forma a perceber que a pressão interna no sistema é igual em todo o fluido confinado. Desta forma é possível construir o princípio de Pascal em que:

$$P_{entrada} = P_{saída} \rightarrow \frac{F_{entrada}}{A_{entrada}} = \frac{F_{saída}}{A_{saída}} \quad (2)$$

Equação 2 - Teorema de Pascal para um fluido líquido confinado para um sistema de alavancas hidráulicas

Com relação as grandezas de deslocamento, é importante que eles tenham percebido que a quantidade de volume expelido na entrada é o mesmo que se desloca ao local de saída, sendo a diferença apresentada apenas nas configurações geométricas apresentadas pelas áreas de secção entre o lado da entrada e o da saída. Desta forma é possível estabelecer as relações em que:

$$V_{entrada} = V_{saída} \rightarrow h_{entrada} \cdot A_{entrada} = h_{saída} \cdot A_{saída} \quad (3)$$

Equação 3 - Teorema de Pascal relacionando os volumes deslocados para um sistema de alavancas hidráulicas

F. Para ampliar a discussão, é possível ainda optar pela utilização do simulador *Elevador Hidráulico* do projeto Física na escola do site Vascak¹⁰³.

O simulador funciona nos mais diversos navegadores, inclusive navegadores de smartphones. Portanto é possível optar por uma apresentação fazendo questionamentos com a sala ou caso a escola possua laboratório de informática com acesso à internet, levar os alunos até este ambiente, o que tornará a exploração dos conceitos muito mais rica.

Link do simulador:
https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_lis&l=pt
 (acesso em 19/01/2022).

G. Ao final da atividade, explorar com os alunos qual(is) é(são) a(s) relação(ões) que os experimentos realizados até o momento têm com relação ao sistema cardiovascular humano.

Neste momento é importante a socialização das respostas e que eles tenham estas anotações em mãos para verificar a pertinência de seu uso no produto.

¹⁰³ A plataforma foi criada pelo Prof. Dr. em Engenharia e Física Vladmir Vascak (08/01/1995-02/09/2015). Todos os objetos de aprendizagem digital desta plataforma são de uso livre e versam sobre inúmeros tópicos da física, matemática, informática, ciência da computação e até algumas aulas de francês. Site: <https://www.vascak.cz/>.

B.4 Experimento 4: Hidrostática – A pressão atmosférica e o Teorema de Stevin

Este experimento trata-se de um conjunto de pequenos experimentos que serão denominados de etapa. Esta sequência experimental tem como sentido a compreensão da pressão atmosférica e o Teorema de Stevin. Em cada etapa, nos procedimentos, estarão descritas as principais intencionalidades da ação.

B.4.1 Etapa 1 – A água que vaza e não vaza

Materiais

- 1 garrafa pet com tampa;
- Água (quantidade suficiente);
- 1 Vasilha (que a garrafa pet possa ser colocada para não derramar água no ambiente);
- 1 vela;
- 1 pedaço de arame rígido – aproximadamente 10cm;
- 1 caixa de fósforo ou isqueiro;
- Fita adesiva (fita isolante tem um bom efeito de vedação).

Procedimentos

- A. Com a chama da vela aquecer a ponta do arame e fazer um orifício o mais circular possível e de alguns poucos milímetros (preferencialmente de no máximo 3mm) na garrafa pet à aproximadamente 5cm de altura da base.
- B. Tampar este orifício com um pedaço de fita adesiva.
- C. Encher completamente com água a garrafa pet e fechar com a tampa.
- D. Para evitar o escoamento de água no ambiente, colocar a garrafa pet em pé dentro da vasilha.
- E. Retirar a fita adesiva do orifício e perguntar aos alunos o que aconteceu.
- F. Após a discussão, solicitar para que apertem levemente a lateral da garrafa pet e discutam a observação realizada.

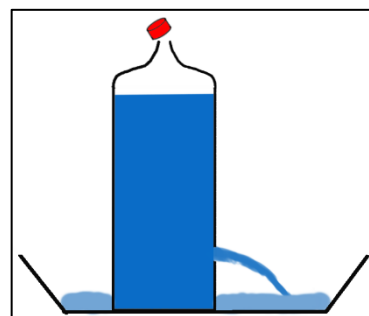


Figura 8 -
Representação da
saída de água da
garrafa pet após abrir
a tampa.

Esta discussão tem por finalidade fazer com que os alunos percebam que devido ao aumento da pressão interna no fluido promovendo a redução do volume do recipiente, este é expelido pela garrafa e que de alguma forma há a existência de um equilíbrio de forças entre as forças internas e externas com relação ao orifício que impede a saída de água.

- G. Solicitar aos alunos que abram aos poucos a tampa da garrafa pet e após alguns segundos solicitar para que fechem novamente a garrafa pet. Repetir esta parte várias vezes.
- H. Perguntar aos alunos o que aconteceu e porque com a tampa fechada não vaza água e com a tampa aberta vaza água.

Durante a mediação das hipóteses provavelmente eles trarão algumas ideias relacionadas com a entrada de ar e saída de água. Por esta razão, alguns questionamentos como “*por que o ar não entra pelo orifício de baixo enquanto a tampa está fechada?*” pode provocar uma boa discussão e levantamento de mais hipóteses.

Até este momento a intencionalidade desta etapa está em promover condições para que o aluno perceba a existência de alguma força externa (no caso a pressão atmosférica, mas não mencionar o conceito) no orifício pequeno que impede a saída da água.

- I. Sugerir que os grupos esvaziem as garrafas e aumentem um pouco mais o orifício diversificando os tamanhos conforme a sugestão abaixo:
- grupo 1: até um diâmetro de aproximadamente 0,5cm;
 - grupo 2: até um diâmetro de aproximadamente 1 cm;
 - grupo 3: até um diâmetro de aproximadamente 1,5 cm;
 - grupo 4: até um diâmetro de aproximadamente 2 cm;

Em caso de mais grupos, buscar uma distribuição entre eles com relação aos diâmetros sugeridos.

Sugestão: Guardar as garrafas para serem utilizadas no roteiro experimental B.6- Experimento 6: Equação da continuidade.

- J. Solicitar para que repitam os procedimentos de (A) até (E) para com os novos diâmetros.
- K. Questionar a diferença apresentada de escoamento entre o orifício “pequeno” e o “grande” e solicitar aos alunos que apresentem suas hipóteses.

Neste momento desta etapa, com o aumento do orifício, torna-se necessário promover a discussão apenas para levantamento de hipóteses com base nos fatos observados. Algumas hipóteses poderão sugerir uma diferença de forças entre a parte de baixo do furo e a parte de cima, outras com relação a capacidade de escoamento do fluido em função da não existência de uma barreira impeditiva de escoamento devido ao aumento da área. É sabido que as forças perpendiculares a superfície interna do recipiente provocará uma tensão de cisalhamento na parte inferior do fluido confinado maior que na parte superior.

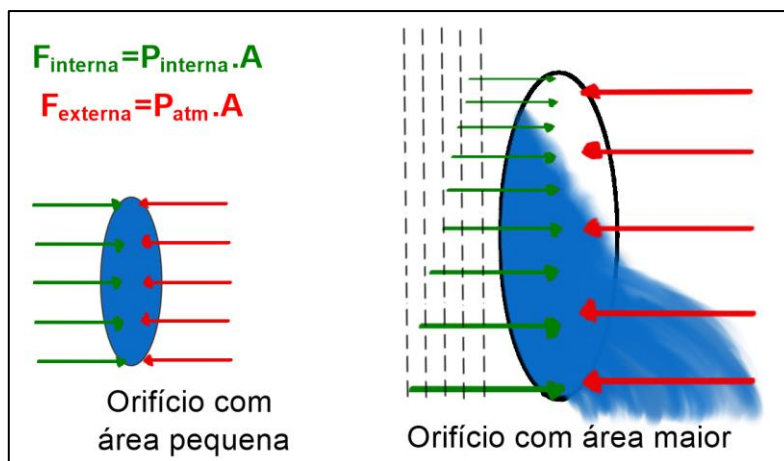


Figura 9 - Representação das forças internas e externas que atuam em um orifício.

Neste tipo de situação, dada a maior área do orifício e a capacidade de escoamento de um fluido, a pressão exercida perpendicular na parte inferior do orifício força o fluido para fora devido ao aumento da tensão de cisalhamento, ocasionando o escoamento pela parte inferior e permitindo a entrada de ar pela parte superior deste orifício devido a nova configuração que o fluido adquire. No entanto, este não é o momento de ampliar o conceito para a diferença de pressão por diferença níveis ou ainda de aprofundar no conceito de escoamento de um fluido e tensão de cisalhamento. Estes conceitos poderão ser mais bem explorados nos experimentos seguintes, momento ao qual poderá retornar a discussão sobre o vazamento ocorrido no orifício maior mesmo com a tampa fechada.

B.4.2 Etapa 2 – A água que não vaza

Materiais

1 Garrafa Pet;

Água (quantidade suficiente);

1 Vasilha.

Procedimentos

- Encher completamente com água a garrafa pet.
- Colocar água na vasilha até uma altura que o bico da garrafa pet possa ficar submerso.
- Colocar o bico da garrafa pet dentro da vasilha segurando a garrafa pet de cabeça para baixo.
- Solicitar aos alunos que inclinem a garrafa o máximo possível mantendo o bico dela submerso.

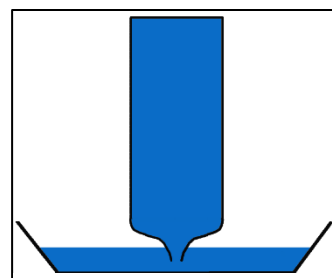


Figura 10 - Garrafa pet cheia de água com bico submerso na água contida da vasilha.

- E. Solicitar para que retornem a garrafa na posição vertical e levantem, vagarosamente, a garrafa pet até que o bico fique um pouco acima da superfície da água da vasilha.
- F. Com o bico bem próximo a superfície da água da vasilha, solicitar para que inclinem aos poucos a garrafa até que percebam o escoamento da água.
- G. Perguntar aos alunos o que aconteceu e porque a água não sai da garrafa pet enquanto o bico está submerso e sai quando não está submerso.

A mediação das hipóteses deve ser realizada em associação às hipóteses da etapa anterior de forma que o aluno perceba a existência de alguma força externa atuando no bico da garrafa enquanto está submerso e que ao ficar acima do nível de água da superfície da vasilha acaba por permitir a entrada de ar e a saída da água. Cabe ainda perguntar aos alunos se há situações do cotidiano em que este fenômeno está presente, podendo surgir neste caso exemplos de bebedouros.

Na etapa 3, será explorada a influência de uma pressão externa em um corpo.

B.4.3 Etapa 3: Diminui e aumenta, que aperto!

Materiais

- 1 Seringa com bico cateter (preferencialmente de 60ml ou mais);
- 1 pedaço que sobrou da bexiga pequena utilizada no “*Experimento 2: Hidrostática – a pressão distribuída em um - (B.2)*”;
- 1 vasilha com água.

Procedimentos.

- A. Na extremidade cortada da bexiga fazer um nó para que seja possível encher a bexiga.
- B. Puxar o ar para dentro da seringa.
- C. Acoplar a extremidade usada para encher a bexiga na ponta da seringa.
- D. Inserir um volume de ar até que atinja um diâmetro adequado que caiba com certa folga no interior da seringa.



Figura 11 - enchendo a bexiga formando uma bolha com tamanho suficiente para inserir dentro da seringa.

- E. Movimentar a bolha de ar, empurrando e apertando com as mãos, até chegar na extremidade do nó.
- F. Torcer a extremidade próxima da bolha de forma que seja possível evitar o esvaziamento da bolha e realizar um nó.
- G. Fazer um nó e cortar a outra ponta.
- H. Retirar o êmbolo da seringa e inserir a bolha em seu interior retornando o êmbolo para ela após o procedimento.

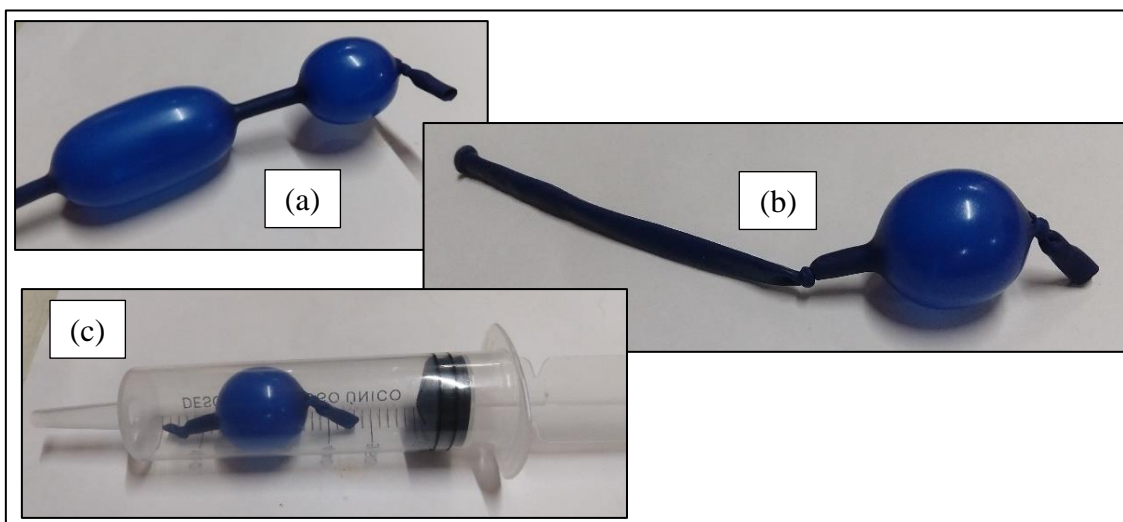


Figura 12 - Etapas ilustrando parte dos procedimentos de (E) até (H). Figura (a): bolha de ar empurrada até a extremidade do nó. Figura (b): bolha de ar isolada para cortar o excesso de bexiga não utilizada. Figura (c): bolha de ar no interior da seringa.

- I. Puxar o êmbolo até o limite da seringa e solicitar aos alunos que tampem com o dedo a ponta da seringa apertando o êmbolo ao máximo possível de forma que não saia o ar contido no interior.¹⁰⁴
- J. Soltar o êmbolo e repetir o procedimento (I).
- K. Repetir o procedimento (I) e retirar o dedo da ponta da seringa (repetir várias vezes este processo).
- L. Anotar o que observou.
- M. Com a seringa destampada, apertar o êmbolo até que ele encoste na bolha (não apertar a bolha a ponto comprimi-la e/ou alterar seu volume inicial).

¹⁰⁴ Ao invés do dedo, também pode ser usada a borracha escolar na mesa, apoiando a ponta da seringa sobre ela. Neste caso, tomar cuidado para que não se aperte demais a seringa sobre a borracha e cause um entupimento da ponta.

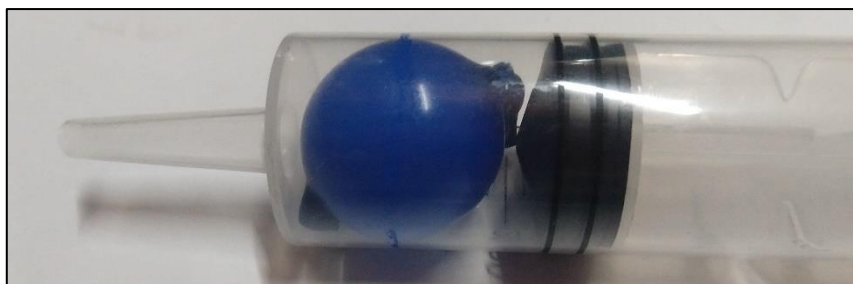


Figura 13 - Bolha confinada no menor espaço possível no interior da seringa.

- N. Solicitar aos alunos que tampem a ponta da seringa e puxem o êmbolo ao máximo possível, tomando cuidado para que não entre ar no interior da seringa e também que o êmbolo não saia da seringa.
- O. Soltar o êmbolo e puxar novamente.
- P. Repetir os procedimentos de (M) e (N) e pedir para que retirem o dedo da ponta da seringa (repetir várias vezes).
- Q. Solicitar que anotem suas observações.
- R. Questionar aos alunos o que ocorreu e quais são os motivos de variação do volume da bolha no interior da bexiga, inclusive quando se retira o dedo.

A intencionalidade até este momento está em estabelecer a atuação de forças externas em um corpo imerso em um fluido exercendo uma pressão sobre sua superfície que faz com que haja variação em seu volume.

- S. Solicitar aos alunos que realizem o passo (M) novamente, porém desta vez encher a seringa com água até a metade de seu volume e evitar entrada de ar no sistema.¹⁰⁵

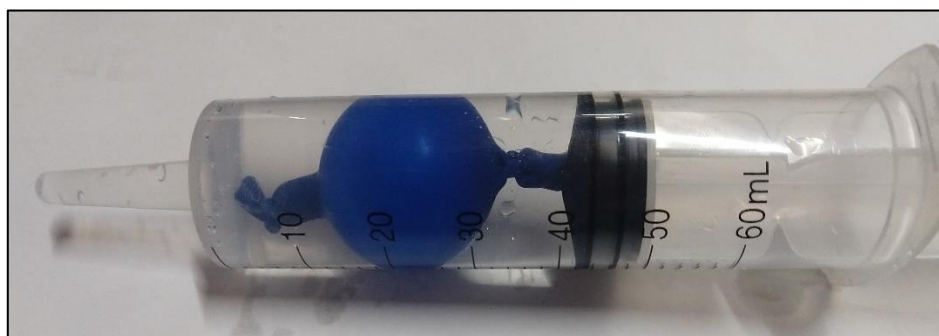


Figura 14 - Seringa com a bolha de ar imersa em água no interior da seringa.

- T. Solicitar para que apertem o êmbolo da seringa e depois puxem para traz anotando suas observações.

¹⁰⁵ **Dica:** Para a retirada do ar é sugerido que a encha ao máximo possível com água. Posicione a seringa na posição vertical com a ponta para cima e bata com os dedos levemente em sua lateral para que as bolhas de ar possam subir. Conforme as bolhas forem subindo, pode-se expelir o ar apertando o êmbolo até que a seringa não tenha mais praticamente nenhuma bolha de ar.

- U. Questionar aos alunos sobre a diferença de percurso do êmbolo com a seringa cheia de ar e cheia de água e porque desta diferença apresentada nas variações de volume da bolha.

A intencionalidade deste passo está em permitir que os alunos percebam a facilidade em comprimir ou expandir o ar dentro da bexiga devido a *quasi* incompressibilidade da água, bem como retomar a ideia de distribuição uniforme da pressão em um fluido confinado, conforme já foi explorado no “B.2-Experimento 2: Hidrostática – a pressão distribuída em um ”.

Caso o professor deseje ampliar a ideia de compressibilidade dos fluidos e demonstrar que os líquidos são praticamente incompressíveis e os gases possuem alta compressibilidade, esta etapa pode ser repetida, porém fazendo uma bolha com água ao invés de ar. Nesta situação os alunos podem perceber a *quasi* incompressibilidade da água.

B.4.4 Etapa 4: Vazando até acabar

Materiais

- 1 garrafa pet com tampa;
- Água (quantidade suficiente);
- 1 Vasilha (que a garrafa pet possa ser colocada);
- 1 vela;
- 1 pedaço de arame rígido – aproximadamente 10cm;
- 1 caixa de fósforo ou isqueiro;
- Fita adesiva (fita isolante tem um bom efeito de vedação).

Procedimentos

- A. Com a chama da vela aquecer a ponta do arame e fazer um orifício o mais circular possível e de alguns poucos milímetros (preferencialmente de no máximo 3mm) na garrafa pet à aproximadamente 5cm de altura da base.
- B. Tampar este orifício com um pedaço de fita adesiva.
- C. Encher completamente com água a garrafa pet e fechar com a tampa.
- D. Para evitar o escoamento de água no ambiente, colocar a garrafa pet em pé dentro da vasilha, conforme indicado na Figura 8 do roteiro experimental 0 - *A água que vaza e não vaza*.
- E. Retirar a fita adesiva do orifício.
- F. Solicitar aos alunos que abram a tampa da garrafa pet e façam a observação do escoamento da água. Repetir esta parte várias vezes caso seja necessário.

- G. Perguntar aos alunos o que aconteceu e levantem hipóteses com relação ao fenômeno observado.

Esta etapa tem como princípios permitir que os alunos estabeleçam uma relação entre a altura da coluna de água e a distância do jato de água provocado de forma a estabelecer a força peso ocasionada pelo fluido com relação ao nível estabelecido pelo orifício.

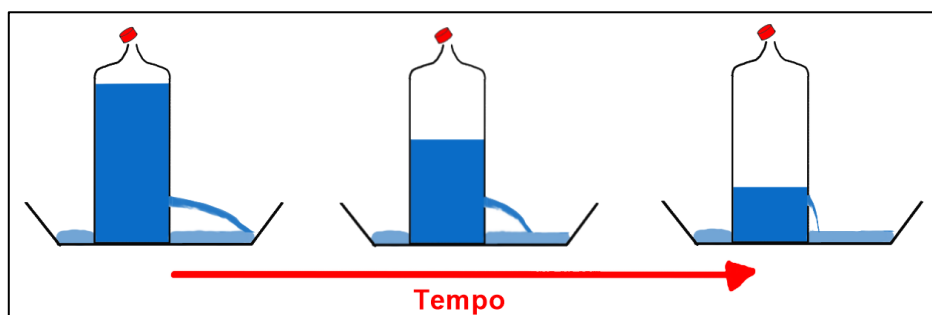


Figura 15 - Variação da distância do jato de água conforme é reduzido o volume da coluna de água

- H. Perguntar aos alunos: “*como*” e “*é possível*” calcular a força que empurra a água para fora da garrafa?

Neste momento, recomenda-se ao professor fornecer um breve tempo – aproximadamente 5 minutos - para que os alunos possam argumentar suas hipóteses e propor um modelo matemático que represente o fenômeno e socializar estas hipóteses e/ou propostas. A função docente neste ponto está apenas em agrupar as informações na lousa para na etapa seguinte testar as hipóteses e modelos apresentados.

B.4.5 *Etapa 5: Dois furos e tudo fica igual*

Materiais

Materiais utilizado no roteiro experimental *0-Vazando até acabar*

Procedimentos

- A. Após esvaziar a garrafa, fazer um orifício conforme indicado no procedimento (A) e (B) do roteiro experimental da *Vazando até acabar* no mesmo nível e distante no mínimo 5cm do orifício já existente.

Sugestão: Guardar as garrafas para serem utilizadas no roteiro experimental B.5- Experimento 5: Equação da continuidade.

- B. Encher completamente com água a garrafa pet e fechar com a tampa.
- C. Para evitar o escoamento de água no ambiente, colocar a garrafa pet em pé dentro da vasilha, conforme indicado na Figura 8 do roteiro experimental *0-A água que vaza e não vaza*.

- D. Retirar a fita adesiva do orifício. Questionar aos alunos, “*Por que a água não está saindo?*” de forma a produzir uma discussão relacionando ao roteiro experimental anterior (0).
- E. Abrir a tampa da garrafa e observar o escoamento por alguns segundos e fechar em seguida. Realizar este procedimento algumas vezes.
- F. Questionar aos alunos: “*O que ocorreu?*”, “*Houve diferença de distância dos jatos de água?*”, “*Por quê?*”.

Os princípios deste roteiro experimental é fazer com que os alunos percebam os mesmos resultados apresentados no roteiro (0) em que a hipótese de que a pressão em um mesmo nível do fluido será mais bem explorada nos roteiros seguintes.

B.4.6 Etapa 6: Vazando em cima e embaixo

Materiais

Os mesmos materiais utilizados no roteiro experimental 0/B.4.5.

Procedimentos

- A. Com a chama da vela aquecer a ponta do arame e fazer um orifício o mais circular possível e de alguns poucos milímetros (preferencialmente de no máximo 3mm) na garrafa pet à aproximadamente 10cm de altura de um dos orifícios realizado na *etapa 5*.
- B. Tampar todos os orifícios com um pedaço de fita adesiva.
- C. Encher completamente com água a garrafa pet e fechar com a tampa.
- D. Para evitar o escoamento de água no ambiente, colocar a garrafa pet em pé dentro da vasilha, conforme indicado na Figura 8 do roteiro experimental 0 - *A água que vaza e não vaza*.
- E. Retirar a fita adesiva primeiro do orifício superior, questionar o que ocorreu. Em seguida, ainda com a tampa fechada retirar a fita de um dos orifícios inferiores.
- F. Em seguida retirar a fita do segundo orifício inferior.
- G. Pedir aos alunos que façam a observação do que está acontecendo e busquem levantar hipóteses com relação ao fenômeno observado.

Neste momento, mediar a situação para que os alunos percebam que enquanto no orifício de cima entra o ar, nos orifícios inferiores sai a água associando a situação com relação a observação realizada no experimento com orifício maior apresentado na “*etapa 2*”.

- H. Fechar todos os orifícios e completar a garrafa pet com água novamente.

- I. Solicitar aos alunos que abram a tampa da garrafa pet e em seguida retirem as fitas adesivas de um dos orifícios inferior e do superior realizando a observação do escoamento da água. Repetir esta parte várias vezes caso seja necessário.
- J. Solicitar para que retirem a fita do outro orifício inferior.
- K. Perguntar aos alunos o que aconteceu e levantem hipóteses com relação ao fenômeno observado.

Por meio dos vazamentos fazer com que os alunos percebam a diferença de pressão devido a variação da coluna do fluido em função da distância do vazamento observada em que o jato do orifício inferior atinge uma maior distância que o superior conforme apresentado na Figura 16.

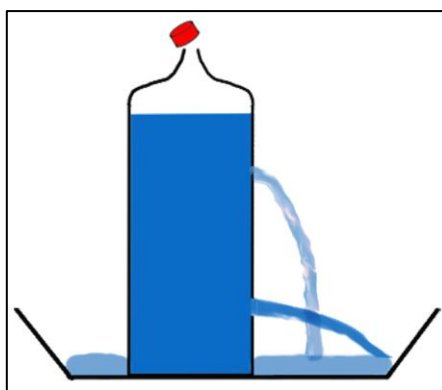


Figura 16 - Jato do escoamento do fluido do orifício superior e inferior.

Caso nenhum grupo tenha apresentado uma proposta que estabeleça a pressão no nível do furo, caberá ao professor, com base nas hipóteses levantadas, construir o modelo matemático que quantifica este fenômeno.

Para tal, deve-se levar em consideração o peso do fluido estabelecido pela coluna sobre a área de aplicação desta força peso (G) por meio da equação da pressão (Equação) trabalhada no roteiro experimental *B.1-Experimento 1: Conhecendo e definindo a pressão*.

$$P = \frac{G}{A} = \frac{m \cdot g}{A}$$

Sendo a massa (m) expressa pela densidade ($d = m/V \rightarrow m = d \cdot V$), temos:

$$P = \frac{d \cdot V \cdot g}{A}$$

Como o volume da coluna do fluido é estabelecido pelo produto da área da garrafa ao nível do orifício (A) pela altura da coluna do fluido (h) temos:

$$P = \frac{d \cdot A \cdot h \cdot g}{A} \rightarrow P = d \cdot g \cdot h \quad (4)$$

Equação 4 - Equação da pressão hidrostática

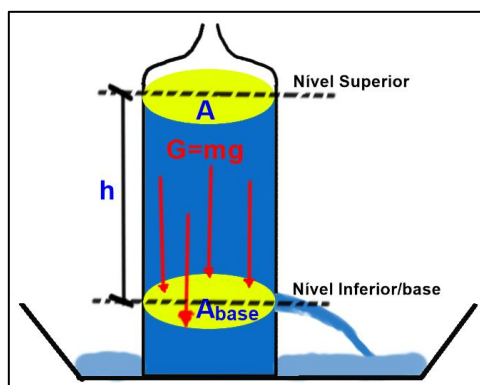


Figura 17 - Esquema da pressão exercida em um nível qualquer para um fluido em repouso

- L. Retomando o esquema apresentado na Figura 10 do roteiro experimental 0-A *água que não vaza*, retomar as hipóteses apresentadas questionando “*por quê a água não sai da garrafa*”.

Neste procedimento, é importante construir com os alunos o conceito da pressão atmosférica como uma coluna de fluido gasoso (ar) sobre a superfície da água presente na vasilha bem como a ampliação da Equação 4 para a compreensão de que, ao abrir a tampa da garrafa do roteiro experimental 0, é a pressão atmosférica que exerce uma força que empurra o fluido para fora da garrafa pelo orifício bem como esta mesma força impede a saída do fluido quando a garrafa está tampada, conforme pode ser observado no roteiro experimental 0. Desta forma torna-se necessário reestabelecer a Equação 4 a partir da soma das pressões conforme segue:

$$P_{total\ na\ base} = P_{atm} + P_{coluna} = P_{atm} + d \cdot g \cdot h \quad (5)$$

Equação 5 - Equação da pressão total exercida na base de um fluido

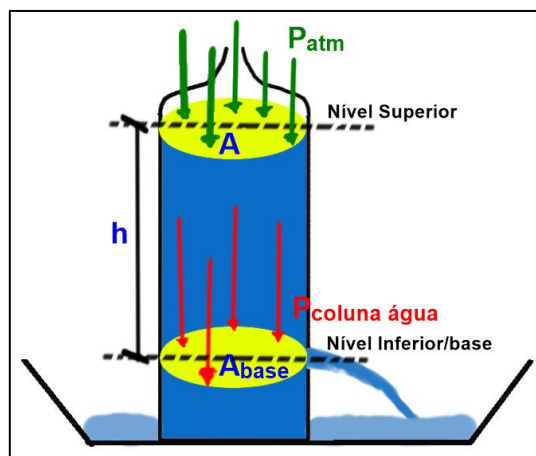


Figura 18 - Soma das pressões na base do fluido considerado em repouso

B.4.7 Etapa 7: Pressão por todos os lados

Materiais

1 Seringa com bico cateter (preferencialmente de 60ml ou mais);

1 tubo de ensaio transparente e pequeno o suficiente que possa ser introduzido no interior da seringa e permita comprimir e expandir o ar em seu interior¹⁰⁶;

Água (em quantidade suficiente).

1 vasilha

Procedimentos

A. Questionar aos alunos o que eles entendem por “*pressão ao nível do mar*”.

A partir das hipóteses apresentadas pelos alunos, mediar de forma que os alunos compreendam que:

- a atmosfera terrestre é uma grande quantidade de fluido gasoso confinado em um recipiente estabelecido pelo campo gravitacional terrestre (Figura 13-(a));
- que qualquer fluido não possui forma definida e os fluidos em estado líquido realizam escoamento de maneira a se distribuir por uma superfície;
- que o mesmo efeito que o campo gravitacional exerce sobre a atmosfera também está aplicado aos líquidos da superfície terrestre, no caso os oceanos, distribuindo-o de maneira relativamente uniforme sobre a crosta terrestre (Figura 13-(b)) estabelecendo uma distância igual entre sua superfície e o centro do planeta;
- que por uma diferença de densidade a ordem estabelecida é o mais denso ao fundo e o menos denso acima, formando a sequência crosta terrestre, água e ar, conforme pode ser observado Figura 13-(b).

¹⁰⁶ Neste experimento foi utilizado a tampa transparente de um equipo de soro, que trata-se de um instrumento utilizado para injetar soro e medicamentos nas veias de pacientes. Outros materiais também podem ser substitutos para o tubo de ensaio, como por exemplo a ponta cateter da seringa, desde que uma de suas extremidades seja devidamente tampada.

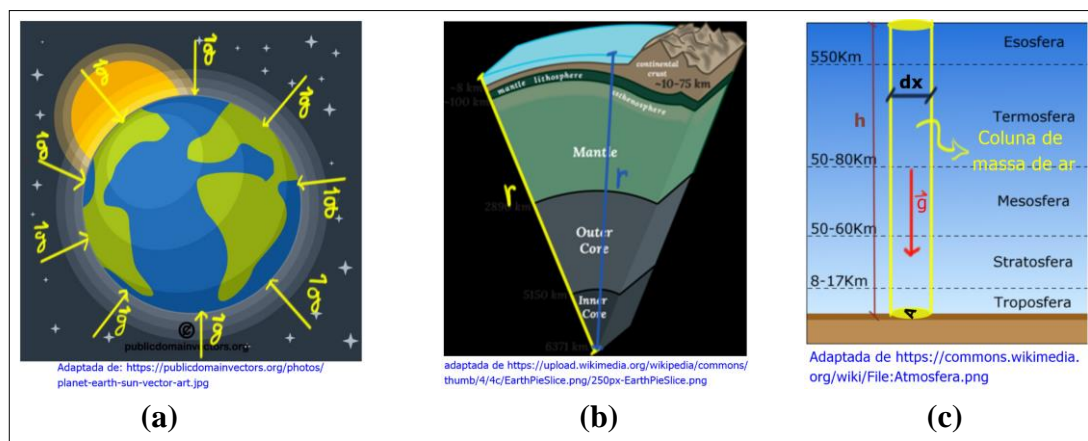


Figura 19 - (a) representação da força gravitacional apontando para o centro da terra. (b) representação do nível do mar como referencial de distância média ao centro do planeta. (c) representação da coluna de ar e seu peso sobre a superfície terrestre.

Para estas discussões pode ser necessário retomar alguns conceitos como: massa específica (em geral nos livros didáticos estão apresentados como densidade); estrutura dos estados físicos da matéria; que a superfície terrestre é composta por uma área aproximada de 70% de água. Com relação a este último, é que se estabelece o valor de uma atmosfera (1atm) como referencial padrão para a pressão exercida ao nível do mar.

B. Após as definições sobre o que é a pressão atmosférica ao nível do mar, questionar aos alunos: “A pressão atmosférica no topo de uma montanha é a mesma que a pressão atmosférica ao nível do mar?”, “é possível medir a pressão atmosférica em qualquer lugar?”, “como isto poderia ser feito?”.

C. Solicitar que apresentem suas hipóteses.

D. Após o levantamento das hipóteses, o professor deve refazer o experimento *0-A água que não vaza*, porém

com a garrafa não totalmente cheia (recomenda-se deixar aproximadamente uns 4cm de ar dentro da garrafa).

E. Questionar aos alunos: “o que ocorreria com o volume de água dentro da garrafa se este equipamento fosse levado para o alto de uma montanha?”; “e se este equipamento fosse levado para uma região (vale) abaixo do nível do mar?”.

F. Solicitar para que apresentem suas hipóteses.

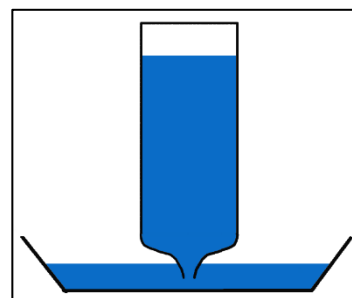


Figura 20 - Garrafa exemplificando um barômetro.

Neste momento pode ser necessário lembrá-los sobre a questão das colunas de ar que se formam sobre a superfície terrestre em associação ao roteiro experimental B.4.6- Etapa 6: Vazando em cima e embaixo.

- G. Colocar o tubo de ensaio (ou outro material que será utilizado) dentro da seringa com a boca apontada para a direção do cateter da seringa.
- H. Colocar um pouco de água dentro da seringa de forma que ao se colocar a seringa na posição horizontal seja possível que entre um pouco de água dentro do tubo de ensaio e deixar o êmbolo posicionado de forma que seja possível realizar expansão e compressão do ar no interior da seringa.
- I. Virar a seringa com cuidado para que a água dentro do tubo não saia totalmente de dentro dele conforme apresentado na Figura 21.
- J. Tampar com o dedo e posicionar a seringa com o cateter e a boca do tubo de ensaio para baixo.
- K. Solicitar aos alunos para que mantenham a seringa tampada com o dedo e apliquem compressões e expansões no interior da seringa anotando suas observações.
- L. Socializar as observações realizadas por eles e solicitar que apresentem suas hipóteses sobre o que ocorreu.
- M. Após as apresentações, questionar sobre o que estas observações têm em comum com os questionamentos realizados nos procedimentos de (A) até (F) desta etapa.

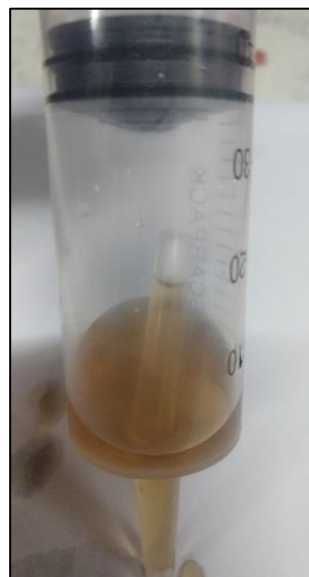


Figura 21-
Seringa com
tubo de ensaio
no interior (a
água foi
levemente
tingida com café
para facilitar a
visualização).

Nesta etapa é importante que o aluno compreenda que há diferenças de pressão atmosférica em função da altitude e que todo corpo imerso em um fluido está sujeito a pressão sobre ele.

Cabe neste momento associar a pressão atmosférica com o experimento feito por Torricelli para determinar a pressão ao nível do mar bem como explorar sobre os diversos tipos de medidores de pressão. Caso o professor deseje, pode-se ainda explorar os conceitos de pressão absoluta e pressão relativa/manométrica.

B.4.8 Etapa 8: Estabelecendo relações com o corpo humano

Nesta etapa a finalidade é estabelecer as relações entre pressão e o corpo humano. Por esta razão questionamentos como os abaixo podem ampliar estas relações e fazê-los perceber suas influências de forma a levar tais conhecimentos para o modelo a ser construído na fase final da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) e atender a finalidade e objetivos do projeto.

Questionamentos:

- *Alguém aqui já foi para o litoral em que o trajeto passe por uma subida e/ou descida? Você sentiu alguma coisa no ouvido?*
- *Alguém aqui já mergulhou em uma piscina com profundidade maior que 2 metros? Se sim, o que sentiu no corpo e no ouvido?*

Nestes questionamentos, buscar a mediação com base nos experimentos realizados, especialmente o experimento “0-Diminui e aumenta, que aperto!” para que compreendam que o estampido causado no ouvido é causado pela diferença de altitude devido à redução (subida) ou aumento (descida) da pressão externa. Que nosso corpo possui uma pressão interna que tem capacidade de se adaptar ao ambiente até certo limite. Que ao ser submetido à estas mudanças, sente-as, e por meio de diversos mecanismos biológicos inicia seu processo de adaptação.

Por estas razões é que mergulhadores devem realizar procedimentos adequados para imergir e emergir em seus mergulhos, que as cabines de aviões são pressurizadas internamente buscando manter a pressão interna próximas de 1atm, que ao viajar para locais com altitudes diferentes daquelas em que o corpo está acostumado deve-se, em um primeiro momento, esperar pela adaptação do corpo antes de iniciar atividades turísticas/passeios e/ou práticas esportivas.

- *Ao realizar um corte/ferimento, por que sangramos?*

Este tipo de questionamento tem por finalidade fazer com que o aluno perceba que a pressão interna em nosso corpo é maior que a pressão externa, assim como ocorre no procedimento “F do experimento 0-A água que vaza e não vaza”.

- *Quando ficamos muito tempo em pé, o que ocorre com nossos pés? Por quê?*
- *A pressão em nossa cabeça é a mesma que está em nossos pés? Por quê?*
- *Alguém sabe como é o procedimento de aferição da pressão humana? Por que ele é feito desta forma?*

Nestes questionamentos é importante que os alunos percebam as diferenças de pressão dos fluidos corpóreos em função da altura/nível em que se encontram, inclusive o inchaço que ocorre nos pés quando se fica muito tempo em pé¹⁰⁷. Que nos procedimentos de aferição da pressão arterial é necessário que o indivíduo esteja

¹⁰⁷ Este fenômeno foi discutido no capítulo 3-Os conceitos de física e suas relações com .

posicionado conforme o apresentado na Figura 22 e que o ponto do braço ao qual se irá aferir a pressão arterial deve estar no mesmo nível que o coração.

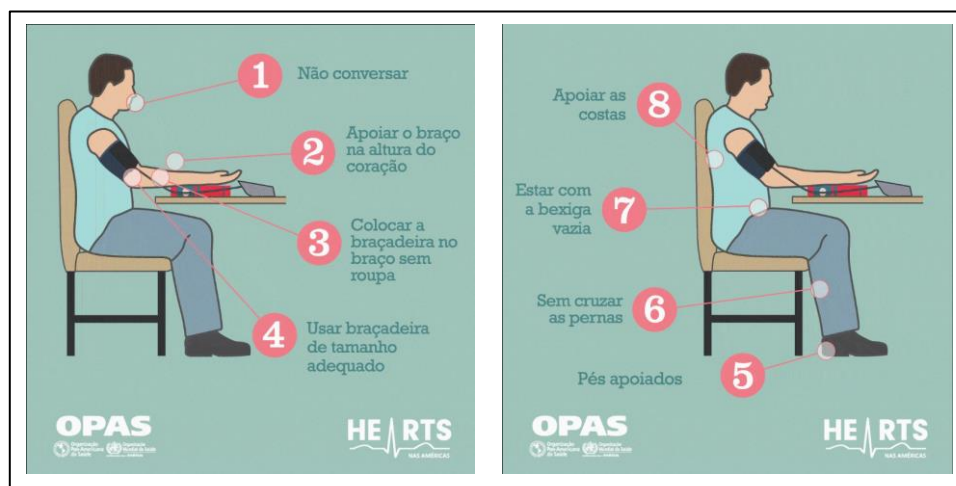


Figura 22 - Procedimentos para aferição correta da pressão arterial. Adaptada da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). Figura animada original (.gif) disponível em: <<https://www.paho.org/pt/documentos/gif-como-medir-corretamente-pressao-arterial>>. Acesso em 25/03/2022.

Durante a discussão poderá aparecer hipóteses de que o coração faz com que a pressão no corpo humano ocorra, no entanto, esta será uma caixa-preta que provavelmente será aberta na etapa de abertura de caixas preta sem a ajuda de um especialista, onde perceberão os dois tipos de pressão arterial, a sistólica e a diastólica (é possível ainda que esta caixa preta tenha sido aberta na fase da IIR da consulta à especialistas e especialidades).

- *O que causa o desmaio? Por que quando uma pessoa começa a apresentar sinais/sintomas de desmaio é recomendável que ela se deite?*

De acordo com Helito (Dr.) (2021), uma das principais causas de desmaio é a síndrome vasovagal em que os sintomas iniciais são fraqueza, sudorese, palidez, calor, náusea, tontura, borramento visual, cefaleia ou palpitações e muitas vezes associadas a um número elevado de horas a qual o indivíduo fica em pé, apresentando no quadro sintomático inchaço nas pernas e queda de pressão nos membros superiores, inclusive na cabeça.

Este autor nos explicita que a síndrome vasovagal consiste em uma redução da pressão arterial e alteração do batimento cardíaco. Estas ações e mecanismos biológicos tem como princípios reestabelecer o equilíbrio do fluxo sanguíneo no corpo e conseqüentemente alterações na pressão sanguínea. Desta forma, como medida para evitar o desmaio (síncope acompanhada de perda de consciência) ao sentir os sintomas

apresentados recomendam-se que o indivíduo se deite. Esta ação tem por finalidade nivelar o corpo humano de forma a facilitar o fluxo sanguíneo, principalmente para o cérebro.

Sabe-se muito bem que muitos são os fenômenos físicos, inclusive os referentes a hidrostática, presentes no corpo humano. Apresentamos aqui apenas alguns exemplos de questionamentos que permitem associar os fenômenos físicos ao corpo humano, porém, caso o(s) professor(es) envolvido(s) no projeto deseje(m), deve(m) ampliar estes questionamentos ou ainda incitar os alunos na busca de tais associações na fase da IIR de abertura de caixas preta sem a ajuda de um especialista.

B.5 Experimento 5: É vazamento que não acaba mais!

Materiais

- 1 Garrafa pet com tampa;
- 1 vasilha;
- 1 Cronômetro (pode ser utilizado o celular dos alunos);
- Fita adesiva;
- 1 Régua;
- 1 vela;
- 1 pedaço de arame rígido – aproximadamente 10cm.
- 1 Pedaço de linha de aproximadamente 45cm.

Procedimentos

- A. Questionar aos alunos o que é um vazamento e como seria possível medir um vazamento.

Estes questionamentos têm como finalidade levantar hipóteses que suscitem a medição de um volume de água e seu tempo de escoamento. É possível que nas hipóteses apresentadas apareça a proposta de $\phi = \frac{V}{t}^{108}$, no entanto, este ainda não é o momento de explorar o modelo matemático e suas derivações estimulando-os a deixar esta hipótese para verificação de viabilidade após a realização do experimento.

- B. Caso tenha guardado as garrafas pet utilizada no experimento “*0-A água que vaza e não vaza*”, este é o momento de reutilizá-las tampando todos os orifícios realizados na garrafa pet com fita adesiva e fazer um novo orifício conforme determinado no procedimento (A) do experimento 0, tampando-o com fita adesiva logo em seguida.

¹⁰⁸ $\phi = \frac{V}{t}$ trata-se da equação da vazão em que: ϕ é a vazão; V é o volume escoado e; t é o tempo de escoamento. Esta equação é rerepresentada mais adiante como Equação 10.

Caso não as tenha guardado, na nova garrafa pet, realizar os procedimentos de (A) até (D) do roteiro experimental 0.

- C. Fixar a régua na lateral da garrafa pet de forma que possa ser realizada a verificação da mudança de altura do nível de água.
- D. Preparar o cronômetro para iniciar a contagem de tempo (seja por cronômetro ou celular, talvez seja necessário que os alunos realizem um “treinamento” para seu uso).
- E. Solicitar para que anotem a altura do nível de água da garrafa e informar que assim que destampada e retirada a fita adesiva do orifício da garrafa pet, deverá iniciar a contagem de tempo.
- F. Solicitar para que destampem a garrafa pet.
- G. Solicitar para que retirem a fita adesiva e iniciem a contagem de tempo.

Sugere-se que o nível inicial de água na garrafa pet seja estabelecido na parte cilíndrica da garrafa conforme Figura 23 bem como o tempo de escoamento esteja estabelecido por volta de 10 a 15 segundos de maneira a evitar uma grande variação de nível da água.

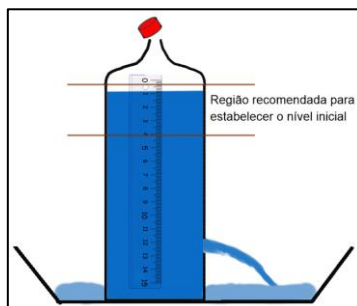


Figura 23 - Recomendação para o estabelecimento de nível inicial para analisar a vasão.

- H. Anotar o nível final de água e perguntar aos alunos: “*Quanto de água vazou da garrafa?*”, “*Como podemos realizar este cálculo?*”.

De acordo com as hipóteses levantada pelos alunos promover a mediação para que compreendam a necessidade de se conhecer o volume escoado.

Para tal é necessário retomar alguns conceitos de geometria como comprimento de uma circunferência, cálculo de volume de sólidos geométricos entre outros.

Com base nestes conceitos de geometria, pode-se com a linha medir o comprimento da circunferência da garrafa pet e calcular a área de secção da garrafa e aplicação nas apresentações da Equação 6 e finalizado pela Equação 8 conforme segue.

$$C = \pi \cdot D \rightarrow D = \frac{C}{\pi} \quad (6)$$

Equação 6 - Equação da Circunferência para determinar o diâmetro da garrafa.

A área de secção de uma circunferência é dada pela Equação 7.

$$A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \quad (7)$$

Equação 7 - Equação da área de uma circunferência.

Inserindo-se a Equação 6 na Equação 7, temos na Equação 8 a área aproximada da secção da circunferência da garrafa pet.

$$A = \pi \cdot \frac{\left(\frac{C}{\pi}\right)^2}{4} = \pi \cdot \frac{\frac{C^2}{\pi^2}}{4} = \pi \cdot \frac{C^2}{4\pi^2} = \frac{C^2}{4\pi} \quad (8)$$

Equação 8 - Equação da área de uma circunferência com base no comprimento da circunferência.

Cabe ressaltar que a intencionalidade maior do experimento não é a precisão experimental e sim os mecanismos e processos de determinação do volume. No entanto, para garrafas muito irregulares ao longo de seu comprimento (variações de diâmetros significativas), sugere-se calcular a área de secção maior e a menor de forma a obter a média destas áreas no sentido de aproximar o cálculo.

Com base no cálculo da área do cilindro e da diferença de nível de água da garrafa, deve-se calcular o volume de água escoado por meio da Equação 9:

$$V = A \cdot h \quad (9)$$

Equação 9 - Equação para volume de um cilindro em que: V é o volume, A é a área de secção do cilindro e h é a altura do cilindro, no caso a diferença de nível de água.

A partir das discussões, estabelecer taxa de escoamento, a vazão, conforme apresentado na Equação 10.

$$\phi = \frac{V}{t} \quad (10)$$

Equação 10 - Equação da vazão em que: V é o volume escoado, t é o tempo utilizado no escoamento e ϕ é a vazão do fluido.

- I. Discutir com os alunos os resultados obtidos no experimento mediando para as diferenças apresentadas, inclusive se houver diferenças significativas, comparar as garrafas pets (diâmetro do orifício, diâmetro da garrafa etc.) entre os grupos e discutir estas diferenças.

- J. Caso esteja utilizando as garrafas do roteiro experimental 0, solicitar aos alunos que refaçam os procedimentos de (A) até (E) para os diâmetros feitos no procedimento (I) do roteiro experimental 0.

Caso sejam novas garrafas, solicitar para que os grupos realizem o procedimento (I) do roteiro 0 (realizar diâmetros de aproximadamente 0,5cm, 1cm, 1,5cm e 2cm nas garrafas) antes de executar todos os procedimentos.

- K. Informar aos alunos que eles desta vez parem o cronômetro quando o nível de água atingir a marca do procedimento (H).
- L. Realizar os cálculos de vazão conforme apresentado no procedimento (H).
- M. Discutir com os alunos as observações realizadas promovendo questionamentos como: *“O que ocorreu de diferente?”*, *“Por quê houve estas diferenças?”*, *“As distâncias apresentadas nos escoamentos foram as mesmas? Por quê?”*, *“As vazões foram muito diferentes?”*.

Durante as discussões e mediação é importante que os alunos percebam que a variação no diâmetro dos orifícios influencia diretamente na vazão bem como na variação da distância do jato de água escoado. Estas hipóteses devem fomentar a discussão da pergunta descrita no próximo procedimento.

- N. Questionar e propor aos alunos o desafio: *“É possível determinar a velocidade de escoamento do fluido com o que temos de informação e com as medidas do orifício? Como?”*.

Este é um momento de desafiar aos alunos. Conforme for ocorrendo a discussão, o professor pode realizar questionamentos que os levem a levantar a hipótese da dependência da área do orifício como elemento central de forma que possam remodelar a Equação 10 a partir da Equação 9 em que no fragmento de cilindro apresentado h deve ser compreendido como o comprimento do jato de água e a área de seção do orifício como a base do cilindro, conforme ilustrado na Figura 24.

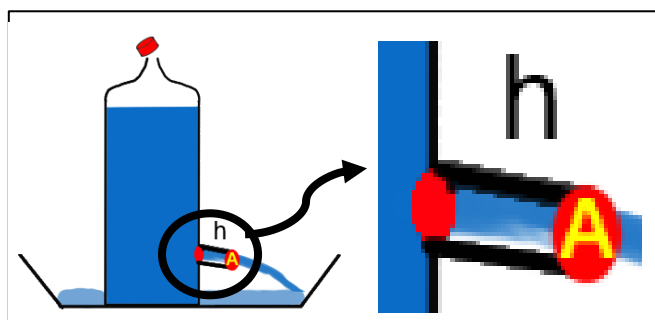


Figura 24 - Representação do volume de escoamento pelo orifício como um cilindro apresentando dependência do comprimento escoado e da área do orifício.

Desta forma, a vazão pode ser expressa como:

$$\phi = \frac{V}{t} \rightarrow \phi = \frac{A \cdot h}{t} \rightarrow \phi = A \cdot \frac{h}{t} \rightarrow \phi = A \cdot v \quad (11)$$

Equação 11 - Equação da vazão em que: ϕ é a vazão do fluido, A é a área do orifício, h é o comprimento do jato escoado e v é a velocidade de escoamento do fluido.

Caso o professor e os alunos desejem, é possível ainda estabelecer a distância aproximada do jato de água utilizando as equações da cinemática.

Cabe lembrar que este experimento tem como finalidade principal estabelecer as variáveis de maneira a compreender melhor as diferenças de velocidades de fluxo sanguíneo presente no corpo humano, dado que há vasos sanguíneos com diferentes espessuras, o que será mais bem explorado no experimento seguinte que abordará a equação da continuidade.

B.6 Experimento 6: Equação da continuidade

Para a realização deste experimento, sugerimos três etapas podendo a segunda etapa ser optativa.

A primeira etapa é realizada com a conduta experimental manipulativa para que os alunos percebam que a vazão de um duto é sempre constante e que a variação da área de secção deste duto é inversamente proporcional a velocidade do escoamento, assim como apresentado na Equação 11 do procedimento (N) do roteiro experimental B.5- Experimento 5: *É vazamento que não acaba mais!*.

Caso os alunos não consigam promover uma proposta adequada para a modelização da equação da continuidade com base na Equação 11 ou ainda os alunos, após a mediação da etapa 1 deste experimento continuem a apresentar dificuldades na compreensão da equação da continuidade, sugerimos como experimento adicional, com a conduta experimental demonstrativa, a realização da etapa 2, a qual faz uso de um simulador da plataforma Phet interactiv simulations, da universidade do colorado.

Na etapa três, o roteiro experimental tem como princípios fazer com que os alunos percebam que a vazão total de um sistema é dado pela soma de todas as vazões visto as leis de conservação presente no sistema.

B.6.1 Etapa 1 – A igualdade oculta

Materiais

Torneira ligada a rede de água com bico para encaixar mangueira;

1 balde médio (entre 5L e 10L é suficiente);

1 Cronômetro (ou celular do aluno para marcar o tempo);

Espaço adequado com pia e torneira com mangueira¹⁰⁹.

Procedimentos

A. Questionar aos alunos a seguinte situação: “*O que ocorre quando ao lavar o quintal ou molhar um jardim, tampamos parte da mangueira com o dedo?*”.

Neste tipo de questionamento é comum os alunos dizerem que aumentou a pressão. Neste momento, cabe um novo questionamento aos alunos relacionado ao experimento anterior realizando-o da seguinte forma: “*Mas no experimento anterior, a quantidade de água que saía pelo orifício era diferente da quantidade que baixava o nível da garrafa?*”. Lembre-se de que neste momento é importante apenas o levantamento das hipóteses de forma a promover reflexões que serão retomadas mais adiante.

B. Explicar aos alunos neste experimento que a torneira ficará aberta um certo tempo.

Por esta razão torna-se fundamental que os alunos realizem os procedimentos de com agilidade buscando economizar o máximo possível de água.

C. Explicar que um dos alunos empunhará a mangueira enquanto um outro aluno controlará o cronômetro. Enquanto isto, os demais alunos tomarão nota dos dados, como o volume aproximado do balde¹¹⁰ a ser utilizado e o tempo que será realizado para encher o balde.

D. Explicar que assim que o professor avisar, após a torneira aberta, o aluno com a mangueira deve direcioná-la ao balde para enchê-lo enquanto o aluno com o cronômetro deve imediatamente iniciar a marcação de tempo. Quando o professor pedir para parar, o aluno deve simplesmente parar de encher o balde desviando a mangueira para o lado enquanto o aluno com o cronômetro deve parar a contagem de tempo.

Este procedimento de manter a torneira aberta durante o processo é importante para que se mantenha a mesma vazão, uma vez que ao abrir e fechar a torneira, mesmo contando as voltas ou fazendo qualquer outra marcação de abertura, há variação da vazão. Esta variação as vezes pode ser significativa ao ponto comprometer e corromper os dados obtidos. Uma forma de buscar a economia de água durante o processo pode estar em

¹⁰⁹ Recomenda-se que o local ao qual o experimento seja realizado o chão possa ser molhado sem que se cause transtornos e/ou prejuízos materiais no ambiente. O pátio pode ser considerado um exemplo de local alternativo.

¹¹⁰ Caso o volume do balde seja desconhecido, ele pode ser medido utilizando uma garrafa pet ou outro recipiente de volume conhecido, enchendo e despejando seu volume no balde. Cabe ressaltar que neste experimento o objetivo é permitir que o aluno compreenda a vazão como uma taxa do volume em relação ao tempo, portanto não há de precisão com relação a coleta de dados.

dobrar a mangueira de maneira a obstruir o fluxo, porém deve-se tomar cuidado neste procedimento para evitar ruptura da mangueira.

- E. Com a mangueira acoplada na torneira, abrir uma certa quantidade deixando a água fluir por alguns segundos.
- F. Solicitar com um comando, como por exemplo a expressão “já!”, para que os alunos exerçam o papel de encher o balde e iniciar a contagem de tempo.
- G. Ao atingir o volume do balde, o professor deve dar o comando de “parou!” para que o aluno com a mangueira pare de encher o balde desviando o fluxo para outro local e simultaneamente o aluno responsável pelo cronômetro pare a contagem de tempo.
- H. Socializar com os alunos o tempo obtido no cronômetro para que realizem a anotação.
- I. Solicitar ao aluno com cronômetro para reiniciar a contagem de tempo.
- J. Orientar ao aluno com a mangueira para que escolha uma posição com o dedo que tampe parte da ponta da mangueira, assim como se faz para lavar um quintal ou molhar um jardim. Explicar que é importante não mudar a posição do dedo na ponta da mangueira mantendo um fluxo uniforme durante todo o período de enchimento do balde.
- K. Solicitar com um comando, como por exemplo a expressão “já!”, para que o aluno exerça o papel de encher o balde e o outro iniciar a contagem de tempo.
- L. Ao atingir o volume do balde, o professor deve dar o comando de “parou!” para que o aluno com a mangueira pare de encher o balde desviando o fluxo para outro local e simultaneamente o aluno responsável pelo cronômetro pare a contagem de tempo.
- M. Fechar a torneira e socializar o tempo obtido no cronômetro.
- N. Repetir os procedimentos de (B) a (M) pelo menos umas três vezes alternando os alunos com a mangueira e cronômetro.

Esta alternância de alunos tem como princípios promover o máximo possível de participação deles no processo, pois é comum em situações como esta, os alunos não participantes da atividade dispersarem a atenção e/ou apresentarem comportamentos inadequados.

- O. Solicitar para que os alunos calculem as vazões com a mangueira destampada e parcialmente tampada por meio da Equação 10 de cada uma das repetições realizadas organizando os dados de acordo com o exemplo da tabela abaixo.

Repetição	Volume do balde	Tempo mangueira livre (t_L)	Vazão mangueira livre (ϕ_L)	Tempo mangueira parcialmente fechada (t_{pf})	Vazão mangueira parcialmente fechada (ϕ_{pf})
1					
2					
3					
4					

Tabela 2 - Quadro sugerido para se realizar os cálculos de vazão da mangueira nas situações livre e parcialmente fechada.

P. Socializar os dados obtidos e discutir os resultados.

É normal que se apresentem algumas diferenças nos cálculos entre a vazão da mangueira livre e parcialmente fechada na série experimental de cada uma das repetições devido aos fatores de erros humanos de medição e de processo. No entanto, na mesma série, estes valores se apresentarão próximos entre si visto que a vazão em um ducto com regime permanente, é sempre constante, independente das variações que ocorrem no percurso.

Q. Com base nos dados apresentados, solicitar aos alunos que expliquem a quase igualdade apresentada entre a mangueira livre e parcialmente fechada de cada uma das séries de repetições.

Durante a mediação, questioná-los sobre a questão da quase igualdade apresentada em cada uma das séries de repetição de maneira que eles possam levantar hipóteses de igualdade entre as vazões e realizar uma análise com base na Equação 11 de maneira que seja possível perceber a variação da área com a variação da velocidade de escoamento, em que uma área menor promove uma velocidade de escape maior do fluido.

Desta maneira, com base na Equação 11, temos na Equação 12 a representação da vazão da água com a área de secção da mangueira totalmente livre, enquanto na Equação 13 a vazão da água com a área de secção parcialmente fechada.

$$\phi_L = A_L \cdot v_L \quad (12)$$

Equação 12 – Vazão da água com a área de secção da mangueira livre de obstrução em que: ϕ_L é a vazão da mangueira sem a obstrução, A_L é a área de secção da mangueira sem a obstrução e v_L é a velocidade de escape da água sem obstrução.

$$\phi_{pf} = A_{pf} \cdot v_{pf} \quad (13)$$

Equação 13 – Vazão da água com a área de secção da mangueira parcialmente fechada em que: ϕ_{pf} é a vazão da mangueira com a obstrução parcial, A_{pf} é a área de secção da mangueira com a obstrução parcial e v_{pf} é a velocidade de escape da água com a obstrução parcial.

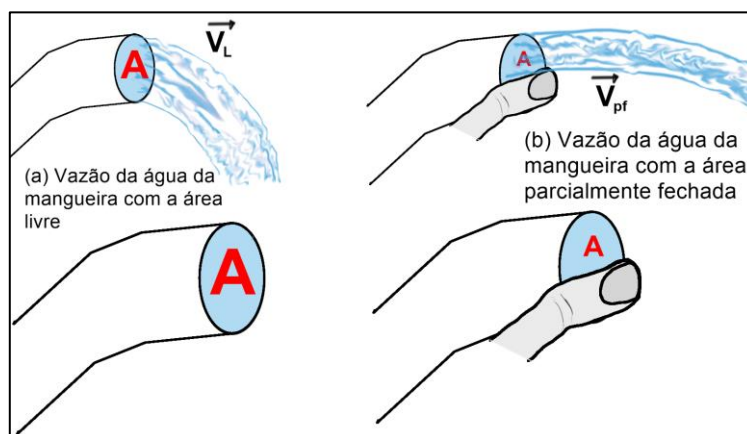


Figura 25 – Vazão da mangueira representando: (a) a área livre e sua velocidade de escoamento e, (b) a vazão com a área parcialmente fechada e sua velocidade de escoamento.

Durante este momento, com base na vazão obtida e na área de secção da mangueira, é possível estimar a velocidade de saída do fluido. Esta parte de determinação da velocidade, o professor pode optar para que os alunos calculem as vazões apresentadas utilizando a Equação 12 ou ele mesmo realize esta demonstração utilizando os dados da Tabela 2 e a medida do diâmetro interno da mangueira.

Dado que a intencionalidade está em compreender a variação da velocidade do fluido em um duto com escoamento em regime permanente em função da variação da área de secção, ao calcular a velocidade de escape sugere-se que a obstrução da área seja a metade da área de secção da mangueira.

R. Desafiar os alunos: “É possível calcular a velocidade da água no cano que alimenta a mangueira? Como isto poderia ser feito?”

Este desafio tem como princípios ampliar os conceitos e construir a equação da continuidade com base nas hipóteses por eles levantada.

Durante o processo, pode ser necessário a ajuda do professor para que eles compreendam que a vazão de um lado da tubulação que apresenta regime permanente é a mesma que do outro lado. Na Figura 26 busca demonstrar estas relações em que o volume de fluido que entra na tubulação é o mesmo volume que sai da tubulação em um mesmo intervalo de tempo, independente das diferenças de diâmetros apresentadas no processo.

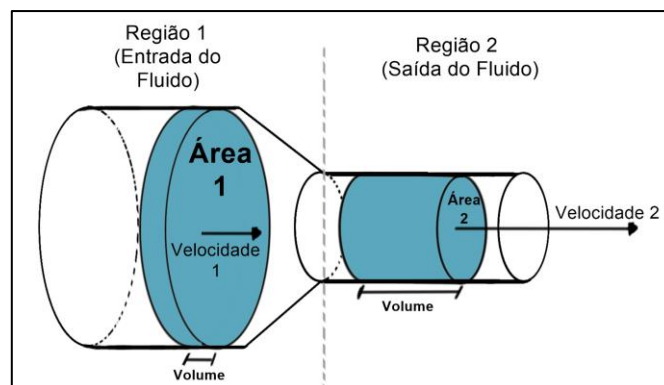


Figura 26 - Tubulação com regime permanente com alteração na área de secção demonstrando que a vazão de entrada é correspondente a vazão de saída.

Desta forma, deve-se igualar as vazões das equações 12 e 13 de modo a obter Equação 14, a equação da continuidade conforme segue:

$$\begin{aligned}\phi_L &= \phi_{pf} \\ A_L \cdot v_L &= A_{pf} \cdot v_{pf}\end{aligned}\quad (14)$$

Equação 14 – Equação da continuidade.

Em geral as mangueiras apresentam diâmetro de 1/2in (meia polegada) correspondendo à aproximadamente 13mm de diâmetro, enquanto as tubulações de uma construção civil em geral são feitas com canos de PVC de 3/4in (três quartos de polegada) apresentando um diâmetro aproximado de 19mm. Com base nestas informações, propor aos alunos a determinação da velocidade do fluido na tubulação utilizando a Equação 14.

B.6.2 Etapa 2 (opcional) – As velocidades pelo computador

Como relatado anteriormente, esta etapa é opcional e recomendamos sua realização como um mecanismo de proporcionar aos alunos um esquema visual da equação da continuidade por meio de um objeto digital de aprendizagem (ODA).

Materiais

Computador com acesso à internet;

Projetor multimídia ou TV como monitor do computador.

Procedimentos

- A. Com o computador e projetor devidamente montado, acessar o ODA que trata-se de um simulador digital intitulado de “Pressão do Fluido e Fluxo” da plataforma educacional Phet¹¹¹ por meio do link <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/fluid-pressure-and-flow>.

¹¹¹ A plataforma digital Phet Interactive Simulations foi desenvolvida pela Universidade do Colorado (EUA) e apresenta diversos objetos digitais de aprendizagem (ODA) sobre os mais diversos temas e



Figura 27 - Tela principal do ODA Pressão do Fluido e Fluxo.

- B. Clicar em play.
- C. Após clicar em play, escolher uma das opções apresentadas conforme apresentado na Figura 28.

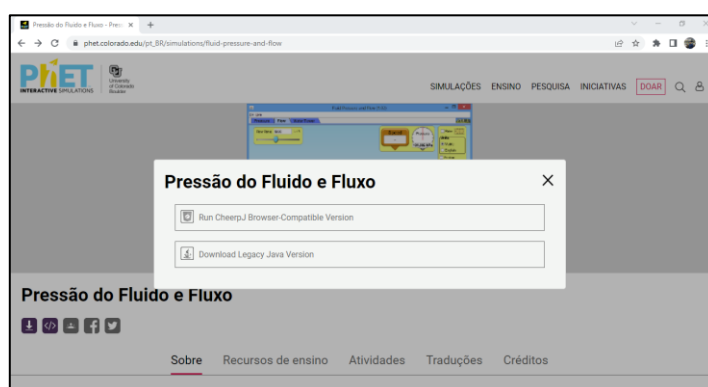


Figura 28 - opções do ODA "Pressão do Fluido e Fluxo"

Em geral recomenda-se escolher a opção *Run CheerpJ Browser-Compatible Version* para que o ODA possa ser executado no próprio navegador, independente do sistema operacional utilizado. No entanto, se o computador possuir o aplicativo Java instalado¹¹² escolher a opção *Download Legacy Java Version* e abrir o arquivo baixado executando o arquivo como um aplicativo independente. Não há diferenças nos comandos e itens de interação no ODA entre uma forma ou outra de execução.

- D. Acessar a aba Fluxo, conforme apresentado na Figura 29.

matérias das ciências da natureza, especialmente a física. Seus ODA's são de licença livre e a grande maioria possui traduções em português. A página principal, já traduzida para o português pode ser acessada pelo link < https://phet.colorado.edu/pt_BR/>.

¹¹² O aplicativo *Java SE Development Kit 8* pode ser obtido por meio do link <https://www.oracle.com/br/java/technologies/javase/javase8-archive-downloads.html> (acesso em 14/03/2022) e seguir as instruções de download de acordo com o sistema operacional que está acessando.

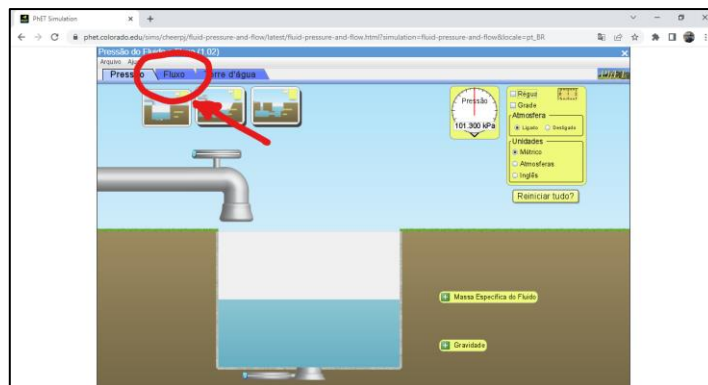


Figura 29 - Local da opção Fluxo do ODA

- E. Ativar o medidor fluxo e variar suas posições do medidor demonstrando que a vazão na tubulação conforme demonstrado na Figura 30.

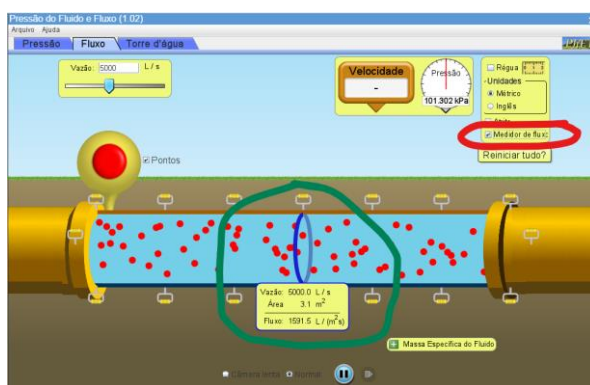


Figura 30 - Em vermelho local de ativação do medidor de fluxo. Em verde o medidor de fluxo que pode ser arrastado para qualquer posição ao longo do tubo.

Nesta situação, observar se a opção atrito está desabilitada. A opção atrito desativada propõe um regime de escoamento laminar por toda a secção do tubo, considerando que não há tensões de cisalhamento entre o fluido e a parede da tubulação devido as forças de coesão. Já com a opção de atrito ativada, o ODA apresentará os dados de velocidade variáveis, apresentando um diagrama de velocidades em função das tensões de cisalhamento ocasionadas pelas forças de coesão. Para saber mais sobre o escoamento de fluidos, recomenda-se a leitura do “*Capítulo 3 - Os conteúdos específicos de física – Tópicos de mecânica dos fluidos*” da dissertação que originou este produto educacional.

- F. Selecionar o medidor velocidade com um clique e posicioná-lo/arrastá-lo para vários pontos diferentes no interior da tubulação para verificação das velocidades do fluido no interior da tubulação conforme demonstrado na Figura 31.

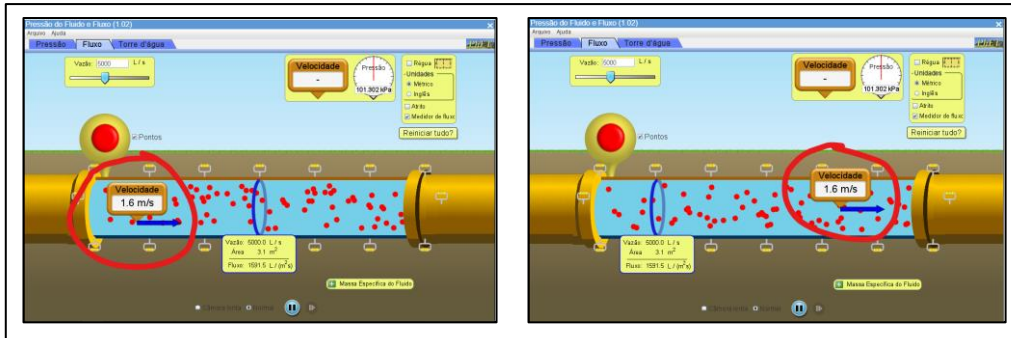


Figura 31 – Pontos distintos em que o medidor velocidade foi colocado no interior da tubulação.

- G. Nas abas de dimensionamento (Figura 32) da tubulação do lado esquerdo, aumentar a tubulação e as duas abas seguintes para o tamanho máximo possível conforme ilustrado na Figura 33.

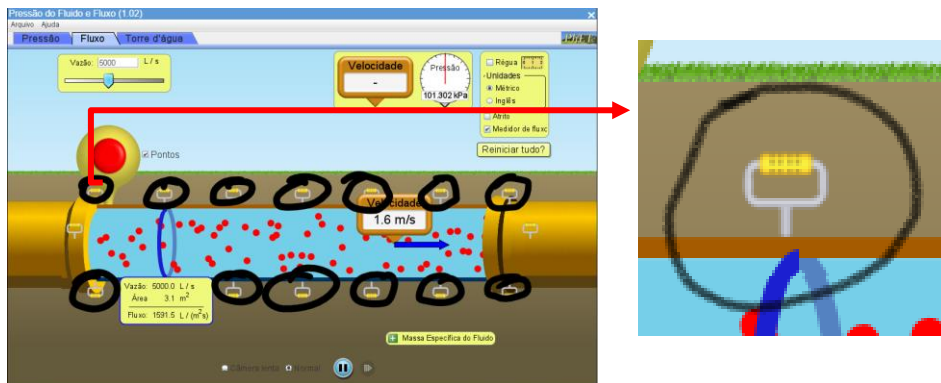


Figura 32 – Abas de dimensionamento da tubulação circuladas em preto.

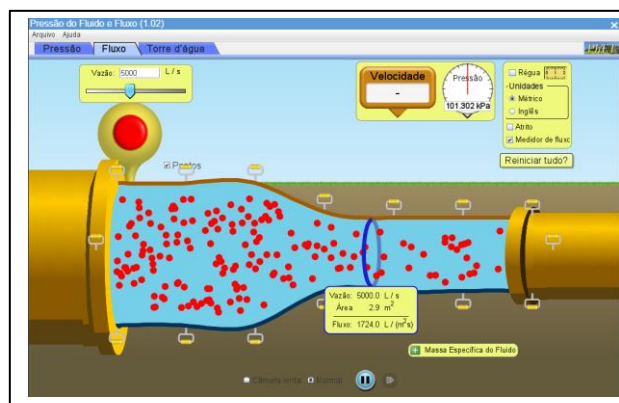


Figura 33 – Ampliação da tubulação apenas em um dos lados do duto.

- H. Posicionar o medidor de fluxo nos diversos pontos da tubulação enfatizando que a vazão não muda, independente do diâmetro da tubulação conforme pode ser verificado na Figura 34.

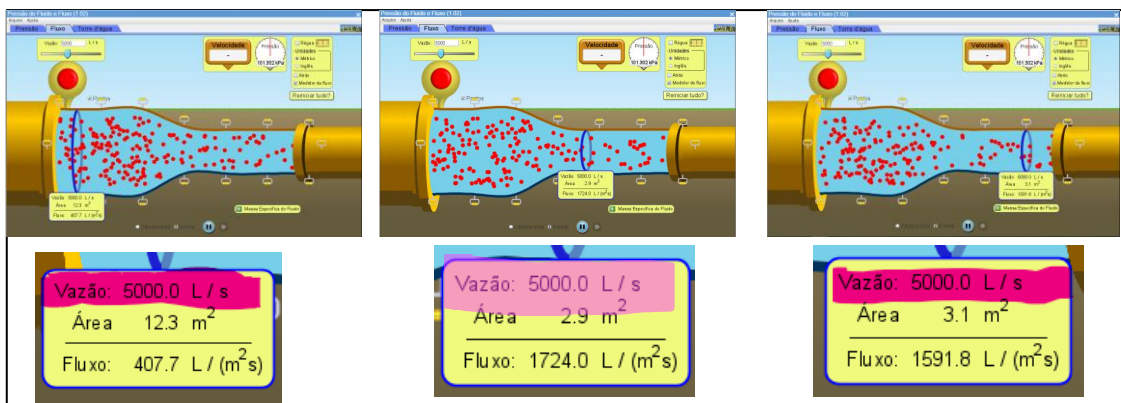


Figura 34 – demonstração de que a vazão é sempre constante em regime permanente, independente da área de secção.

Caso os alunos questionem sobre o valor fluxo ser diferente, explique que o fluxo trata-se da taxa de escoamento/permeabilidade do fluido em função da área de escoamento conforme pode ser observado na Equação 15.

$$\text{Fluxo} = \frac{\text{vazão}}{\text{área da tubulação}} = \frac{\phi}{A} = \frac{\frac{[L]}{[s]}}{[m]^2} = \frac{[L]}{[m]^2 \cdot [s]} \quad (15)$$

Equação 15 - Fluxo/permeabilidade de um fluido em uma tubulação em regime permanente de escoamento e sua análise dimensional.

- I. Posicionar o medidor de vazão e o sensor de velocidade o mais próximo possível da tubulação à esquerda do simulador conforme apresentado na Figura 35 e solicitar para que calculem a vazão utilizando a Equação 11 de forma a corroborar com os valores expressos pelo ODA.

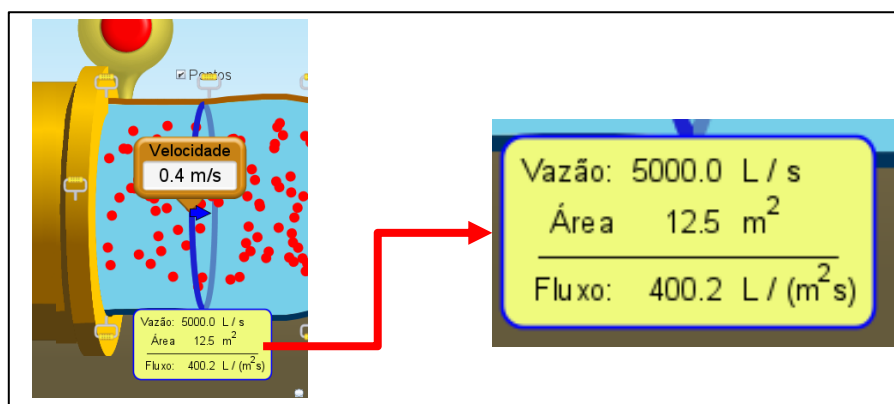


Figura 35 – medidor de fluxo e sensor de velocidade próximo da tubulação da esquerda.

Esta etapa tem por finalidade fazer com que os alunos percebam a precisão apontada pela equação. Este é um momento propício para discutir com eles as diferenças de medidas apresentada em cada série de coleta de dados realizada no roteiro

experimental *B.6.1-Etapa 1 – A igualdade oculta* associados aos erros experimentais, sejam eles humanos e/ou de processos.

No cálculo, deve-se atentar ao fato das unidades utilizadas, principalmente na correlação de $1\text{L}=0,001\text{m}^3$ ou na correlação $1\text{m}^3=1000\text{L}$, pois a velocidade e a área são apresentadas nas unidades do sistema internacional de unidades (SIU) enquanto no ODA há unidades de medidas usais em conjunto com as medidas do SIU.

- J. Posicionar apenas o medidor de fluxo o mais próximo da tubulação à direita do simulador, conforme exposto na Figura 36 e solicitar para que calculem a velocidade de escoamento do fluido pela Equação 14.

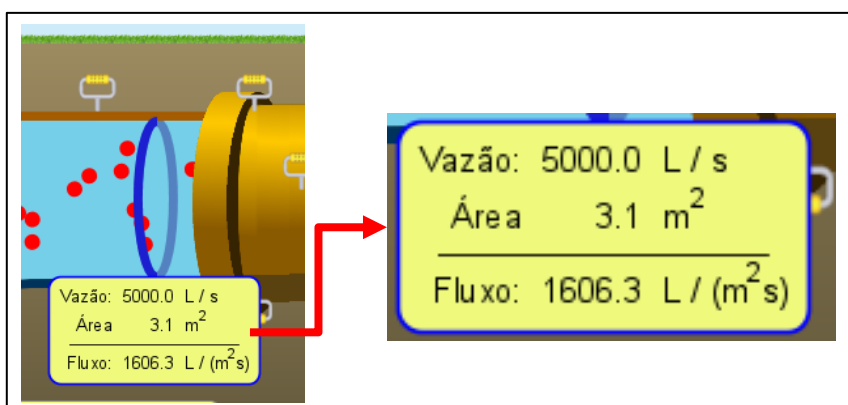


Figura 36 – medidor de fluxo próximo da tubulação da direita.

- K. Solicitar para que os alunos socializem os resultados obtidos discutindo-os.
- L. Posicionar o medidor de velocidade em diversos pontos da tubulação enfatizando que conforme há redução da área de secção do tubo há um aumento da velocidade de escoamento conforme pode ser verificado na Figura 37 e confrontar o resultado da velocidade na área da tubulação à direita com o resultado exposto pelo simulador conforme apresentado na Figura 37.

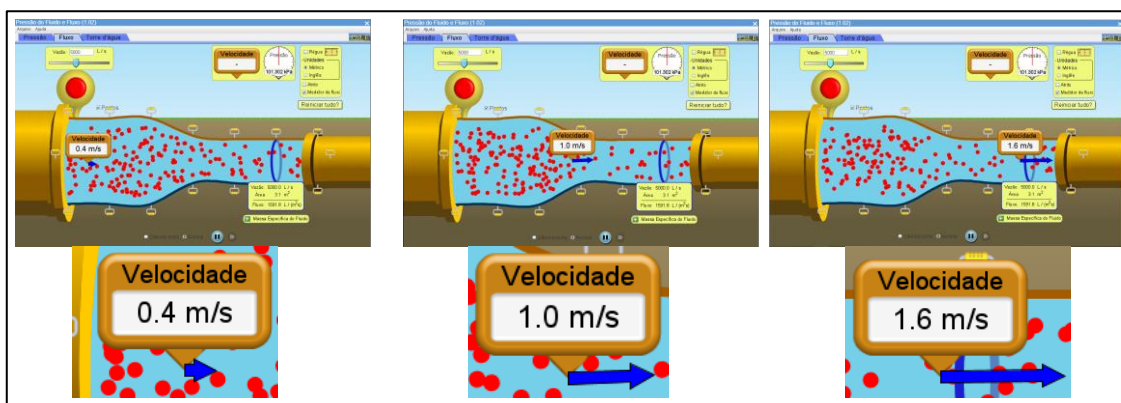


Figura 37 – demonstração da variação da velocidade em função da área de escoamento do fluido.

Cabe lembrar que este roteiro experimental tem como principal função constatar a aplicabilidade da Equação da continuidade, representada pela Equação 14, visto que a presença de erros de medição em um experimento pode comprometer uma análise mais profícua dos dados e hipóteses apresentadas pelos alunos.

Apesar de ser apontado como opcional, este roteiro demonstra sua pertinência por:

- desenvolver nos estudantes a compreensão da importância da realização de procedimentos e métodos adequados para coleta de dados de um experimento;
- que a incoerência/inconsistência dos dados obtidos deve promover uma revisão tanto dos dados coletados quanto do método aplicado;
- que a ciência está sempre revendo seus métodos e leis conforme se avança a metodologia empregada.

B.6.3 Etapa 3 – Que coisa, uma dupla vazão!

Materiais

Materiais utilizado no roteiro experimental *do roteiro experimental B.4.5-Etapa 5*: Dois furos e tudo fica igual;

2 Recipientes (copo) com altura de aproximadamente 4cm para coleta de fluido escoado;

1 Copo medidor culinário ou outro recipiente com graduação de volume para medir o volume de água coletado nos recipientes de coleta;

1 pedaço de linha/barbante de aproximadamente 45cm;

1 Cronômetro;

1 régua.

Procedimentos

- A. Caso os materiais utilizados no roteiro experimental (B.4.5) tenham sido descartados, providenciar os materiais propostos do roteiro experimental (0) e executar os procedimentos de (A) e (B) do referido roteiro. Em seguida executar os procedimentos (A) e (B) do roteiro experimental (B.4.5).
- B. Tampar todos os orifícios da garrafa pet com fita adesiva.
- C. Fixar a régua na lateral da garrafa pet de forma que possa ser realizada a verificação da mudança de altura do nível de água conforme apresentado na Figura 23.
- D. Encher completamente com água a garrafa pet e fechar com a tampa.
- E. Para evitar o escoamento de água no ambiente, colocar a garrafa pet em pé dentro da vasilha, conforme indicado na Figura 8 do roteiro experimental *0-A água que vaza e não vaza*.
- F. Retirar as fitas adesiva dos dois orifícios inferiores.

- G. Abrir a tampa da garrafa pet e posicionar os dois recipientes de coleta de forma que seja possível coletar o volume de água escoado pelos orifícios.
- H. Esvaziar a água coletada pelos recipientes de coleta durante o posicionamento realizado no procedimento anterior.
- I. Anotar o nível inicial da água da garrafa pet.
- J. Assim que abrir a tampa da garrafa iniciar a contagem de tempo do cronômetro.
- K. Solicitar o fechamento da tampa da garrafa pet assim que um dos recipientes de coleta esteja cheio parando a contagem de tempo do cronômetro simultaneamente ao fechamento.
- L. Anotar o nível final da água da garrafa pet.
- M. Com o copo medidor culinário aferir o volume de água coletado, individualmente, de cada um dos recipientes e anotar seus respectivos volumes.
- N. Calcular qual foi a vazão obtida em cada um dos orifícios utilizando o tempo de escoamento e o volume coletado.
- O. Calcular o volume de água baixado da garrafa conforme realizado no procedimento (H) do roteiro experimental *B.5-Experimento 5: É vazamento que não acaba mais!*.
- P. Comparar o volume calculado da garrafa com o volume coletado pelos dois recipientes e discutir os resultados com os alunos.
- Q. Calcular a vazão de escoamento da garrafa com base no volume calculado pelo procedimento (O)
- R. Calcular a vazão de escoamento da garrafa com base no volume total coletado pelos recipientes de coleta.
- S. Socializar e discutir os resultados observados.
- T. Questionar aos alunos: “*O que vocês percebem com relação as vazões observadas?*”, “*Há semelhanças entre elas? Quais?*”.

Os princípios deste roteiro experimental é fazer com que os alunos percebam que a soma da vazão obtida em cada um dos recipientes é equivalente a vazão ocorrida no interior da garrafa estabelecendo desta maneira suas relações com as leis de conservação.

Desta forma, a vazão total de um sistema pode ser expressa como:

$$\phi_T = \phi_1 + \phi_2 \rightarrow \phi_T = \sum \phi \quad (16)$$

Equação 16 - Equação da conservação das vazões de um sistema. Sendo ϕ_T a vazão total ocorrida no interior da garrafa, ϕ_1 e ϕ_2 a vazão obtida em cada um dos orifícios.

Caso o professor deseje, é possível ainda ampliar a Equação 16 para o conceito da vazão em massa de um sistema e estabelecer maior relação com as leis de conservação.

U. Questionar aos alunos: “*Se um dos orifícios tivesse uma área maior que o outro, o que ocorreria?*”.

A partir das hipóteses apresentadas pelos alunos cabe retomar com eles que de acordo com as leis de conservação, todo volume de fluido escoado do interior da garrafa será o mesmo volume escoado para fora.

Durante esta mediação o professor deve retomar a Equação 16 lembrando que cada um dos orifícios da garrafa terá uma vazão diferente, porém, a vazão total expressa pelo interior da garrafa será a mesma que a soma das vazões observadas nos orifícios conforme exposto pela Equação 17.

$$\phi_T = \phi_1 + \phi_2 \rightarrow \phi_T = A_1 \cdot v_1 + A_2 \cdot v_2 \quad (17)$$

Equação 17 - Equação da conservação das vazões de um sistema considerando as vazões individuais em função das áreas de escoamento de cada um dos orifícios. Sendo ϕ_T a vazão total ocorrida no interior da garrafa, A_1 e A_2 a área de cada um dos orifícios e v_1 e v_2 a velocidade de escoamento de cada um dos orifícios.

V. Questionar aos alunos: “*Onde você percebe estes conceitos em seu dia a dia?*”.

Neste procedimento é possível que alguns alunos coloquem as situações de distribuição de água em uma residência associando a garrafa pet com a caixa d’água e os orifícios com as tubulações de distribuição para torneiras e chuveiro bem como o sistema de distribuição de água e saneamento básico em uma cidade.

Estas discussões devem ser mediadas de maneira que os alunos percebam as complexidades existentes nos sistemas de saneamento básico como a distribuição de água e coleta de esgoto, nos sistemas de irrigação entre muitas outras questões que possam surgir.

W. Questionar aos alunos: “*Em que estes conhecimentos podem auxiliar na elaboração do projeto? Como?*”, “*Que relações podem ser estabelecidas com o sistema cardiovascular?*”, “*As veias e artérias presentes em nosso corpo são todas do mesmo tamanho/diâmetro?*”, “*As velocidades nas veias e artérias são as mesmas em todo o corpo?*”.

Este é um momento para mediar a situação como ponto de retomada ao projeto estabelecido da IIR fazendo com que os alunos percebam as complexidades presentes na distribuição do sangue no corpo humano como a possibilidade de diferenças de pressões, diferença das velocidades de escoamento entre veias, artérias e capilares etc.

B.7 Experimento 7: Tubo de Venturi e Equação de Bernoulli

Materiais

- 1 tira de papel de aproximadamente 2cm x 15cm;
- 1 garrafa pet;
- 1 secador de cabelo;
- Fita adesiva (fita isolante tem boa fixação);
- 1 pedaço de aproximadamente 15cm de cano de pvc de 3/4” de diâmetro;
- 1 pedaço de aproximadamente 30cm de comprimento de mangueira fina e transparente (indica-se mangueira de nível de pedreiro);
- Água em quantidade suficiente;
- 1 vela;
- 1 pedaço de arame rígido – aproximadamente 10cm;
- 1 caixa de fósforo ou isqueiro;
- 1 tesoura.

Procedimentos

- A. Pedir para que os alunos posicionem a tira segurando com uma das mãos próximo ao lábio inferior conforme a Figura 38 e solicitar para que assoprem em linha reta.
- B. Repita este procedimento várias vezes e solicite aos alunos que apresentem suas hipóteses e justifiquem o fenômeno observado.

Nesta discussão a mediação deve ser conduzida para que os alunos percebam que toda vez em que é assoprado o papel ele tende a levantar. Caso os alunos apresentem muitas dificuldades para apresentarem as hipóteses, o professor pode neste momento realizar outros questionamentos associados a este tipo de fenômeno como:

“Alguém já reparou que em dias de vento algumas vezes a cortina tende a ir para o lado de fora da janela?”, *“Alguém já percebeu que as vezes papéis e/ou sacolinhas no interior de um veículo em movimento, ao abrir os vidros eles tendem a sair pela janela do veículo?”*, *“Existe alguma relação entre estes fenômenos e o experimento realizado? Como? Por quê? De que maneira?”*.

Nestes questionamentos é comum eles apresentarem como hipótese que é o vento que entra no carro ou na casa que joga eles para fora.

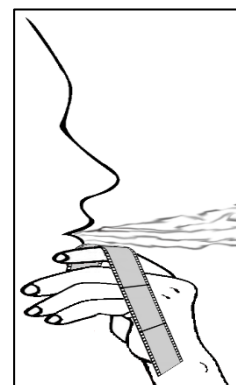


Figura 38
- Posição
para
assoprar o
papel.

No entanto é possível que algum aluno apresente a hipótese de uma diferença de pressão associada ao fenômeno observado. Caso isto ocorra proceda com o questionamento “*Como?*”, “*De que forma isto ocorre?*”.

Cabe ressaltar que este é um momento apenas para promover a curiosidade dos alunos pois os conceitos associados serão observados nos procedimentos seguintes.

- C. Cortar a garrafa pet deixando um comprimento de aproximadamente 25 cm entre o bico da garrafa pet e o local do corte conforme apresentado na Figura 39.

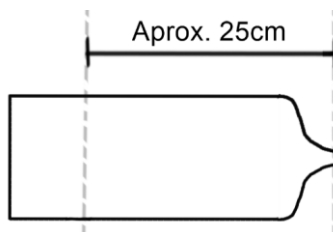


Figura 39 - Local de corte da garrafa pet.

- D. Aquecer a ponta do pedaço de arame com a vela e realizar um orifício próximo ao centro da garrafa e com um diâmetro de tamanho suficiente para que a mangueira transparente possa ser fixada nele conforme exposto na Figura 40.

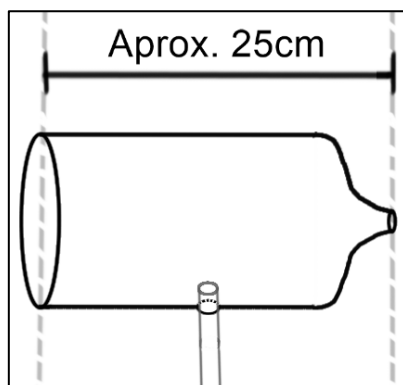


Figura 40 - Garrafa pet cortada com o orifício para encaixe da mangueira transparente.

- E. Realizar o mesmo processo do procedimento anterior no cano de pvc¹¹³.

¹¹³ Furar o tubo de pvc da mesma forma com a qual foi realizado o procedimento na garrafa pet em geral é um processo moroso e trabalhoso. Neste sentido, caso tenha a disposição uma furadeira/parafusadeira e broca para madeira/metais com o diâmetro aproximado da mangueira, recomenda-se seu uso. Devido a curvatura do tubo de pvc, recomenda-se fazer uma pequena punção com um prego no local a ser feito o orifício para em seguida iniciar o furo com a furadeira/parafusadeira.

- F. Acoplar o cano de pvc no bico da garrafa pet fixando-o com a fita adesiva e buscando deixar o mais reto e imobilizado possível, lembrando de deixar os orifícios alinhados conforme pode ser observado na Figura 41¹¹⁴

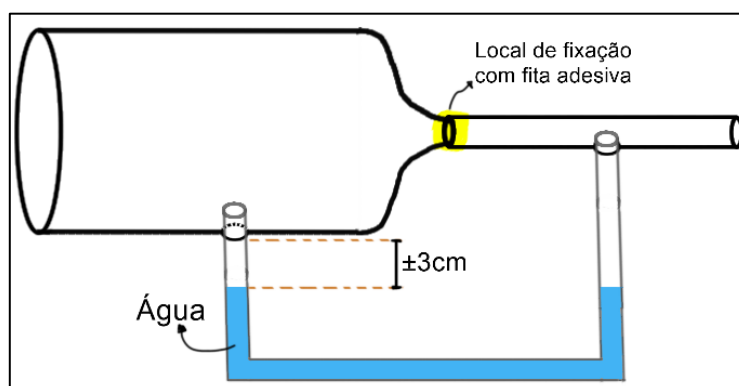


Figura 41 - Tubo de Venturi

- G. Encher a mangueira com água e ajustar a quantidade interna variando a altura entre as extremidades da mangueira de forma que o nível de água nela fique com pelo menos 3cm de distância da superfície da garrafa pet acoplando-a nos orifícios conforme demonstrado na Figura 41.
- H. Informar aos alunos que o nome deste tipo de equipamento é tubo de Venturi e é muito utilizado na indústria, em revólveres de pintura, sistemas de irrigação, dosagem de produtos, dosagem de adubos etc.
- I. Posicionar o secador na área maior (garrafa pet) e acionar a ventilação e pedir para que os alunos observem e anotem o que ocorreu.

Dica: Preferencialmente utilize o secador de cabelo com a função ar frio caso a possua. Se o secador de cabelos não possuir esta função evite o funcionamento por muito tempo para que não deforme a garrafa pet ou provoque o descolamento da fita adesiva devido a ação do calor excessivo.

- J. Solicitar aos alunos que apresentem suas hipóteses sobre o que ocorreu.

Neste momento eles relatarão a diferença de nível da água apresentada no sistema em que a coluna de água da região de maior área diminuiu enquanto a coluna de água do lado do tubo de pvc, menor diâmetro, aumentou. Também podem ocorrer relatos como a água foi empurrada de um lado para outro.

Alguns alunos podem alegar que isto ocorreu porque o secador de cabelo estava soprando o vento do lado maior e isto provocava uma maior pressão do lado da garrafa que empurrava a água para o lado do tubo de pvc.

¹¹⁴ Para fazer esta fixação também pode-se utilizar uma luva de pvc no diâmetro de 3/4in (três quartos de polegada), porém este procedimento pode exigir alguns ajustes com desbaste ou embuchamento do bico da garra e/ou do tubo de pvc.

Após os apontamentos dos alunos, seguir para o procedimento seguinte.

- K. Solicitar aos alunos que invertam a posição do secador de cabelo no tubo de Venturi e observem o que ocorreu.
- L. Perguntar aos alunos: “*Houve diferença entre as movimentações da coluna de água dentro da mangueira quando invertemos a posição do secador de cabelo?*”

Este é um momento em que ocorrerão muitas controvérsias e dificuldades nos alunos para expressarem suas hipóteses. Por esta razão convém ir anotando na lousa as observações e hipóteses apresentadas de maneira que seja possível filtrar as informações a analisá-las com maior cautela a fim de evitar distorções fundamentadas por senso comum ou contraditórias aos conceitos abordados até o momento.

Cabe neste caso solicitar para que os alunos relembrem os conceitos trabalhados no experimento *B.6-Experimento 6: Equação da continuidade* e suas etapas com a intencionalidade de associarem que um fluido em movimento em uma tubulação, quando há variação da área de secção, também há variação da velocidade de maneira inversamente proporcional retomando as abordagens anteriores em que a vazão de uma extremidade da tubulação é a mesma que na outra extremidade independente de variação de diâmetro no sistema devido as leis de conservação.

Para instigar estas relações, propor aos alunos que eles esquematizem o experimento atual indicando as observações realizadas e associadas aos conceitos da equação da continuidade. Pode ser que se apresente a necessidade de auxiliar os alunos neste processo de forma que possam representar as geometrias do tubo de Venturi e as variáveis e fenômenos observados de modo a corresponder com a ilustração da Figura 42.

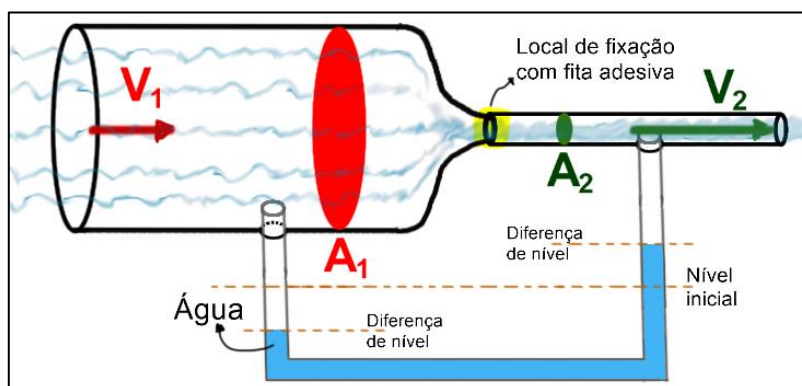


Figura 42 - Tubo de Venturi com um fluido em escoamento.

A partir deste momento perguntar aos alunos “*A velocidade de entrada do ar é a mesma da saída?*”, “*Existe alguma relação entre o tubo de Venturi e o procedimento realizado com a fita?*”.

A partir destas discussões retomar as observações realizadas inicialmente com a fita de papel buscando uma mediação que permita aos alunos associar a ideia de que há o surgimento de alguma força quando se apresenta uma diferença de velocidades entre uma região e outra. Para facilitar este processo, convém os questionamentos: “*De onde surgiu esta força?*”, “*Pode uma força aparecer do nada?*”, “*Se apareceu uma força é possível também que tenha surgido alguma pressão?*”.

A partir destas discussões é possível ainda que os alunos continuem apresentando dificuldades em estabelecer as relações que permitam realizar a proposta de modelo representativo do fenômeno abordado.

Neste tipo de situação cabe realizar a mediação conduzindo os alunos para que percebam que há uma relação de diferença de pressões entre as duas regiões do tubo de Venturi e que elas estão de alguma forma relacionadas com as velocidades de cada uma das regiões conforme demonstrado na Figura 43.

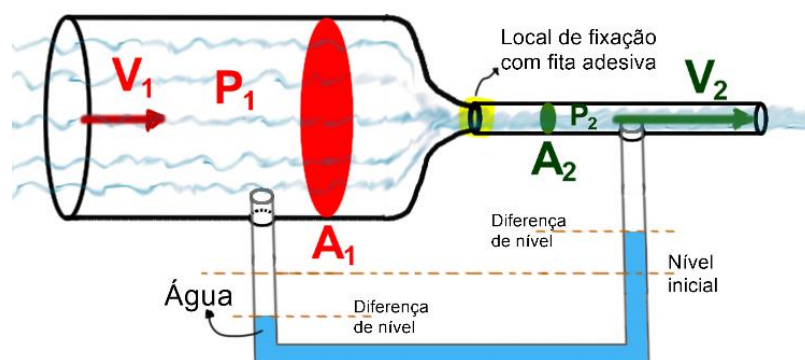


Figura 43 - Tubo de Venturi apresentando as variáveis envolvidas em uma tubulação sem diferença de nível.

Explicitar aos alunos que Daniel Bernoulli foi o primeiro a estabelecer um teorema para os fluidos em movimento a partir das leis de conservação da energia considerando que todas as interações existentes na tubulação ao qual o fluido escoar são conservativas¹¹⁵.

¹¹⁵ Ao considerar as interações do fluido dentro da tubulação como um sistema composto apenas por forças conservativas exige que o fluido seja incompressível, não exista atrito ou qualquer outra força dissipativa ocasionada pelas interações moleculares como as tensões de cisalhamento e as interações das forças de coesão, que o sistema seja adiabático, sem nenhum tipo de motor/bomba no trecho analisado e presente escoamento em regime permanente, laminar. No experimento realizado, tais condições estão longes destas exigências. No entanto, por tratar-se de uma situação de transposição didática para que os alunos percebam a presença de pressões diferentes em função das diferenças de velocidade de escoamento em cada região do tubo de Venturi, o recurso utilizado atende as expectativas.

Com base nestes princípios apresentou que a energia mecânica total em um fluido em movimento é sempre constante, independente da região em que se encontra conforme exposto na Equação 18.

As variações geométricas presentes do duto ao qual o fluido encontra-se em movimento, apenas alteram as formas de energia mecânica presentes em uma dada região. No entanto, a energia total permanece constante, assim como ocorre nas leis de conservação da energia mecânica¹¹⁶.

$$\varepsilon_M = \varepsilon_c + \varepsilon_p = H \quad (18)$$

Equação 18 – Energia mecânica total na região da garrafa pet em que: ε_M é a energia mecânica total do sistema, ε_c é a energia cinética do fluido e ε_p as energias mecânicas potenciais presentes no duto e H é um valor constante por estar sendo considerado um sistema ao qual existem interações apenas conservativas.

Até este momento, abordamos o tubo de Venturi com os alunos na posição horizontal. Neste sentido, adotando-se um plano de referência qualquer para a altura do fluido, não haverá diferença de nível entre o centro de entrada e o centro de saída do sistema resultando em uma conservação desta energia nestas duas regiões do sistema. Por esta razão omitiremos neste momento nas discussões com os alunos a energia potencial gravitacional presente no sistema. Mais adiante, retomaremos este ponto a partir de novos questionamentos realizados aos alunos. No entanto, como orientação ao leitor, consideramos como importante a sua fundamentação neste momento de leitura sobre o Teorema de Bernoulli.

Bernoulli apresenta duas formas de energias potenciais presentes no sistema, uma é a de pressão (Equação 20) e a outra é a energia potencial gravitacional (Equação 21), utilizada em situações que há diferença de nível entre uma extremidade e outra da tubulação. A energia cinética para o fluido em regime de escoamento é expressa pela Equação 19.

Para a determinação da energia cinética do fluido em escoamento, Bernoulli nos apresenta a Equação 19.

$$\varepsilon_c = \frac{v^2}{2} \quad (19)$$

¹¹⁶ Apenas como retomada sobre as leis de conservação da energia mecânica para um sistema ao qual existam apenas forças conservativas temos as seguintes considerações: A variação da Energia mecânica do sistema é nula ($\Delta\varepsilon_M = 0$). A energia mecânica total permanece sempre constante ($\varepsilon_M = H$). A energia mecânica total de um sistema conservativo pode ser expressa em termos das energias de movimento (cinética - (ε_c)) e das energias potenciais (ε_p) por terem a capacidade de produzir movimento. Desta forma sua expressão é dada por: ($\varepsilon_M = \varepsilon_c + \varepsilon_p = H$).

Equação 19 – Energia cinética de um fluido em escoamento em um tubo tal que: ε_c é a energia cinética do fluido, v^2 é a velocidade de escoamento do fluido e g é a aceleração da gravidade.

Para determinação da energia potencial de pressão, temos por Bernoulli a Equação 20 expressa como:

$$\varepsilon_{pP} = \frac{P}{\rho} \quad (20)$$

Equação 20 – Energia de pressão de um fluido em escoamento em um tubo tal que: ε_{pP} é a energia de pressão do fluido, e ρ é a massa específica (densidade) do fluido.

E por fim a energia potencial gravitacional apresentada por Bernoulli na forma:

$$\varepsilon_{pg} = gh \quad (21)$$

Equação 21 – Energia potencial gravitacional de um fluido em escoamento em um tubo tal que: ε_{pg} é a energia potencial e h é a altura que o fluido se encontra com base em um referencial.

Cabe salientar que por se tratar de fluidos e de um sistema de interações conservativas, as equações da energia cinética e das energias potenciais são apresentadas desta forma em função das condições de contorno aplicadas nas variáveis por levarem em consideração as propriedades dos fluidos como por exemplo a densidade para adequação da massa, a vazão em massa entre outros fatores. Os detalhamentos sobre as passagens e condições de contorno realizadas podem ser consultados na seção 4.1.3 Fluidos ideais em movimento da dissertação que propiciou este produto educacional.

Inserindo as equações 19, 20 e 21 na Equação 18, temos a energia mecânica total do fluido em escoamento do tubo como constante que também conhecida como Teorema de Bernoulli, conforme expresso pela Equação 22. (*Lembre-se de omitir aos alunos a energia potencial gravitacional neste momento*).

$$\varepsilon_M = \varepsilon_c + \varepsilon_p = H \rightarrow H = \frac{v^2}{2} + \frac{P}{\rho} + gh \quad (22)$$

Equação 22 – Teorema de Bernoulli.

Desta forma, analisando as energias mecânicas em cada uma das regiões no tubo de Venturi, podemos estabelecer as representações propostas pelas equações apresentadas a seguir.

Para a região da garrafa pet estabelecemos duas formas de energia mecânica ($\varepsilon_{M_{pet}}$). Uma sendo a energia cinética do fluido ($\varepsilon_{c_{pet}}$) e a outra a energia potencial de pressão ($\varepsilon_{pP_{pet}}$), conforme apresentado na Equação 23.

$$H_{pet} = \varepsilon_{c_{pet}} + \varepsilon_{pP_{pet}} = \frac{v_{pet}^2}{2} + \frac{P_{pet}}{\rho_{pet}} \quad (23)$$

Equação 23 – Energia mecânica total na região da garrafa pet.

De forma análoga, para o tubo de pvc temos a energia mecânica do fluido no tubo ($\varepsilon_{M_{tubo}}$) sendo uma sendo a energia cinética do fluido ($\varepsilon_{c_{tubo}}$) e a outra a energia potencial de pressão ($\varepsilon_{pP_{tubo}}$), conforme apresentado na Equação 24.

$$H_{tubo} = \varepsilon_{c_{tubo}} + \varepsilon_{pP_{tubo}} = \frac{v_{tubo}^2}{2} + \frac{P_{tubo}}{\rho_{tubo}} \quad (24)$$

Equação 24 – Energia mecânica total na região do tubo de PVC.

Partindo dos princípios das Leis de Conservação, a energia mecânica total do fluido na garrafa pet é a mesma quantidade de energia mecânica total no tubo de pvc. Desta forma obtemos:

$$H_{pet} = H_{tubo}$$

$$\frac{v_{pet}^2}{2} + \frac{P_{pet}}{\rho_{pet}} = \frac{v_{tubo}^2}{2} + \frac{P_{tubo}}{\rho_{tubo}} \quad (25)$$

Equação 25 – Teorema de Bernoulli aplicado ao tubo de Venturi.

Com base na demonstração apresentada pela Equação 25 discutir com os alunos que a energia cinética do fluido na garrafa pet é menor que no tubo de pvc devido as velocidades apresentadas em cada uma destas regiões. Desta forma, de acordo com as leis de conservação, como mecanismo de compensação a pressão exercida pelo fluido na garrafa pet tem que ser maior que no tubo de pvc. Por esta razão que ocorre a diferença de nível da água na mangueira acoplada no sistema. Neste momento cabe retomar com eles as observações realizadas nos experimentos anteriores em que foram discutidas a pressão atmosférica e o teorema de Stevin como elementos de pressão aplicada na água da mangueira.

M. Questionar aos alunos: “E se o tubo de Venturi fosse muito mais comprido do que o utilizado, haveria diferença das energias entre a parte de diâmetro maior e a menor?”.

Durante esta discussão é importante salientar com eles as leis de conservação, ou seja, a energia total em uma extremidade da tubulação é a mesma que na outra extremidade da tubulação independente do comprimento do sistema.

N. Realizar os seguintes questionamentos: “*Há outras energias que podem ser consideradas durante o escoamento do fluido? Quais?*”, “*E se houvesse uma inclinação desta tubulação?*”, “*Teria mudanças de pressão e velocidade na parte mais alta do que se estivesse apenas na horizontal?*”.

Durante as discussões os alunos poderão apresentar diversas hipóteses relacionadas as diversas formas de energia. Neste momento é importante focar que realmente podem surgir outras formas de energia no processo (e na prática elas estão lá!), no entanto estamos neste momento considerando apenas as interações conservativas, ou seja, não estamos considerando percas por atritos, trocas de calor etc. Contudo, existe uma energia conservativa presente no sistema quando há inclinação, ou seja, a energia potencial gravitacional.

Ao estabelecer este ponto na discussão deve-se retomar a discussão do Teorema de Bernoulli apresentado no procedimento (L) retomando as equações do Teorema e apresentando a Equação 21 como a equação proposta para a energia potencial gravitacional para um fluido em regime de escoamento e em seguida a Equação 22. Desta maneira, reconsiderar as equações da energia para a garrafa pet (Equação 23) e do tubo de pvc (Equação 24) inserindo a Equação 21 nelas conforme a seguir.

$$H_{pet} = \varepsilon_{c_{pet}} + \varepsilon_{p_{pet}} + \varepsilon_{p_{g_{pet}}} = \frac{v_{pet}^2}{2} + \frac{P_{pet}}{\rho_{pet}} + gh_{pet} \quad (26)$$

Equação 26 – Energia mecânica total na região da garrafa pet quando há inclinação do sistema.

$$H_{tubo} = \varepsilon_{c_{tubo}} + \varepsilon_{p_{tubo}} + \varepsilon_{p_{g_{tubo}}} = \frac{v_{tubo}^2}{2} + \frac{P_{tubo}}{\rho_{tubo}} + gh_{pet} \quad (27)$$

Equação 27 – Energia mecânica total na região do tubo de PVC quando há inclinação do sistema.

Convém neste momento, apresentar o esquema proposto pela Figura 44 como forma de identificar as variáveis apresentadas de maneira que os alunos percebam que uma altura h corresponde a uma quantidade de energia potencial gravitacional devido ao peso do fluido, v é a velocidade de escoamento do fluido e corresponde a energia cinética e P a pressão no sistema que corresponde a quantidade de energia de pressão existente em cada região.

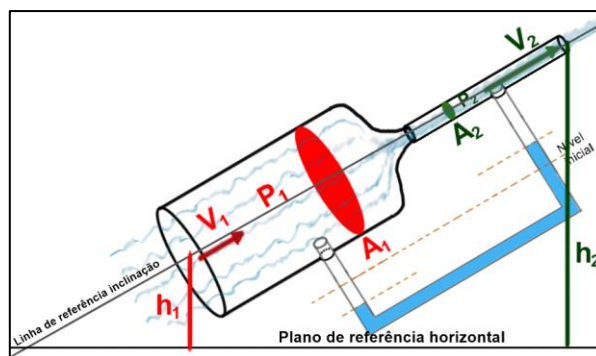


Figura 44 - Tubo de Venturi com inclinação em relação ao plano horizontal

$$H_{pet} = H_{tubo}$$

$$\frac{v_{pet}^2}{2} + \frac{P_{pet}}{\rho_{pet}} + gh_{pet} = \frac{v_{tubo}^2}{2} + \frac{P_{tubo}}{\rho_{tubo}} + gh_{pet} \quad (28)$$

Equação 28 – Energia mecânica total na região da garrafa pet quando há inclinação do sistema.

Neste processo e nas discussões realizadas é possível que algum aluno questione sobre a distribuição da pressão ser uniforme, como foi apresentado em alguns roteiros experimentais realizados como no caso dos roteiros experimentais (B.2) e (B.3). Neste caso é pertinente dizer que nestes roteiros experimentais há apenas a energia de pressão no sistema, pois o fluido não está em movimento, portanto não possui energia cinética bem como em um mesmo nível também não há diferença de energia potencial gravitacional conforme foi realizada a análise inicial do tubo de Venturi na posição horizontal.

O. Questionar aos alunos: “*Que relações o Teorema de Bernoulli possui com o projeto?*”, “*O sangue em nosso corpo está parado?*”, “*Quem fornece as energias estudadas aqui para o nosso corpo?*”.

Estes questionamentos têm como princípios reestabelecer as conexões da física com o projeto e permitir aos alunos uma visão mais ampla sobre o que ocorre no sistema cardiovascular.

Cabe ressaltar que no sistema cardiovascular há diferenças de diâmetros nos vasos sanguíneos, diferenças de níveis etc. Outros aspectos como obstruções nas veias e artérias podem exigir um aumento do fluxo sanguíneo e por consequência aumentar demasiadamente a pressão uma vez que o corpo ao perceber algum problema no sistema vascular envia comandos ao coração que por consequência exercerá maior força e/ou aumento do ritmo cardíaco o que implica em fornecer mais energia ao sistema.

C Descritivo das competências e habilidades citadas no planejamento da IIR

C.1 Recorte das Competências Gerais da BNCC

Competência	Descritivo
2	Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
4	Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5	Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6	Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
10	Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

C.2 Competências Específicas em CNT da BNCC

Competência	Descritivo
1	Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.
2	Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.
3	Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

C.3 Recorte das Habilidades de CNT da BNCC

Habilidade	Descritivo
(EM13CNT101)	Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.
(EM13CNT105)	Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre

	esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
(EM13CNT203)	Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.
(EM13CNT207)	Identificar e analisar vulnerabilidades vinculadas aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando as dimensões física, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.
(EM13CNT301)	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
(EM13CNT302)	Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.
(EM13CNT303)	Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
(EM13CNT304)	Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
(EM13CNT306)	Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental.
(EM13CNT310)	Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

C.4 Recorte das Competências específicas de CNT do Currículo Paulista para o Ensino Médio

Competência	Descritivo
1	Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2	Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3	Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor

	soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).
--	--

C.5 Recorte das Habilidades específicas de CNT do Currículo Paulista para o Ensino Médio

Habilidades	Descritivo
(EM13CNT101)	Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
(EM13CNT105)	Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
(EM13CNT205)	Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
(EM13CNT207)	Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar
(EM13CNT301)	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
(EM13CNT302)	Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
(EM13CNT303)	Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
(EM13CNT304)	Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com

	base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
(EM13CNT305)	Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.
(EM13CNT306)	Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
(EM13CNT307)	Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.
(EM13CNT308)	Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.
(EM13CNT310)	Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

C.6 Eixos dos Itinerários Formativos do Currículo Paulista para o Ensino Médio

Eixo	Descritivo
I	investigação científica: supõe o aprofundamento de conceitos fundantes das ciências para a interpretação de ideias, fenômenos e processos para serem utilizados em procedimentos de investigação voltados ao enfrentamento de situações cotidianas e demandas locais e coletivas, e a proposição de intervenções que considerem o desenvolvimento local e a melhoria da qualidade de vida da comunidade;
II	processos criativos: supõem o uso e o aprofundamento do conhecimento científico na construção e criação de experimentos, modelos e protótipos para a criação de processos ou produtos que atendam a demandas pela resolução de problemas identificados na sociedade;
III	mediação e intervenção sociocultural: supõe a mobilização de conhecimentos de uma ou mais áreas para mediar conflitos, promover entendimento e implementar soluções para questões e problemas identificados na comunidade;
IV	empreendedorismo: supõem a mobilização de conhecimentos de diferentes áreas para a formação de organizações com variadas missões, voltadas ao desenvolvimento de produtos ou à prestação de serviços inovadores com o uso das tecnologias.

C.7 Recorte das Competências Gerais dos Itinerários Formativos do Currículo Paulista para o Ensino Médio

Eixo	Competência	Descritivo
I	(EMIFCG01)	Identificar, selecionar, processar e analisar dados, fatos e evidências com curiosidade, atenção, criticidade e ética, inclusive utilizando o apoio de tecnologias digitais.
I	(EMIFCG02)	Posicionar-se com base em critérios científicos, éticos e estéticos, utilizando dados, fatos e evidências para respaldar conclusões, opiniões e argumentos, por meio de afirmações claras, ordenadas, coerentes e compreensíveis, sempre respeitando valores universais, como liberdade, democracia, justiça social, pluralidade, solidariedade e sustentabilidade.
I	(EMIFCG03)	Utilizar informações, conhecimentos e ideias resultantes de investigações científicas para criar ou propor soluções para problemas diversos.
II	(EMIFCG05)	Questionar, modificar e adaptar ideias existentes e criar propostas, obras ou soluções criativas, originais ou inovadoras, avaliando e assumindo riscos para lidar com as incertezas e colocá-las em prática.
III	(EMIFCG07)	Reconhecer e analisar questões sociais, culturais e ambientais diversas, identificando e incorporando valores importantes para si e para o coletivo que assegurem a tomada de decisões conscientes, consequentes, colaborativas e responsáveis.
III	(EMIFCG08)	Compreender e considerar a situação, a opinião e o sentimento do outro, agindo com empatia, flexibilidade e resiliência para promover o diálogo, a colaboração, a mediação e resolução de conflitos, o combate ao preconceito e a valorização da diversidade.
III	(EMIFCG09)	Participar ativamente da proposição, implementação e avaliação de solução para problemas socioculturais e/ou ambientais em nível local, regional, nacional e/ou global, corresponsabilizando-se pela realização de ações e projetos voltados ao bem comum.

C.8 Recorte das Competências Específicas de CNT dos Itinerários Formativos do Currículo Paulista para o Ensino Médio

Eixo	Competência	Descritivo
I	(EMIFCNT01)	Investigar e analisar situações-problema e variáveis que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, considerando dados e informações disponíveis em diferentes mídias, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais.
I	(EMIFCNT02)	Levantar e testar hipóteses sobre variáveis que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, utilizando procedimentos e linguagens adequados à investigação científica.
I	(EMIFCNT03)	Selecionar e sistematizar, com base em estudos e/ou pesquisas (bibliográfica, exploratória, de campo, experimental etc.) em fontes confiáveis, informações sobre a dinâmica dos fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, identificando os diversos pontos de vista e posicionando-se mediante argumentação, com o cuidado de

		citar as fontes dos recursos utilizados na pesquisa e buscando apresentar conclusões com o uso de diferentes mídias.
II	(EMIFCNT04)	Reconhecer produtos e/ou processos criativos por meio de fruição, vivências e reflexão crítica sobre a dinâmica dos fenômenos naturais e/ou de processos tecnológicos, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
II	(EMIFCNT05)	Selecionar e mobilizar intencionalmente recursos criativos relacionados às Ciências da Natureza para resolver problemas reais do ambiente e da sociedade, explorando e contrapondo diversas fontes de informação.
II	(EMIFCNT06)	Propor e testar soluções éticas, estéticas, criativas e inovadoras para problemas reais, considerando a aplicação de design de soluções e o uso de tecnologias digitais, programação e/ou pensamento computacional que apoiem a construção de protótipos, dispositivos e/ou equipamentos, com o intuito de melhorar a qualidade de vida e/ou os processos produtivos.
III	(EMIFCNT07)	Identificar e explicar questões socioculturais e ambientais relacionadas a fenômenos físicos, químicos e/ou biológicos.
III	(EMIFCNT08)	Selecionar e mobilizar intencionalmente conhecimentos e recursos das Ciências da Natureza para propor ações individuais e/ou coletivas de mediação e intervenção sobre problemas socioculturais e problemas ambientais.

C.9 Temas Contemporâneos Transversais (TCT)

- Direitos da criança e do adolescente;
- Educação para o trânsito;
- Educação Ambiental;
- Educação alimentar e nutricional;
- Processo de envelhecimento, respeito e valorização do idoso;
- Educação em direitos humanos;
- Educação das relações étnico-raciais e ensino de história e cultura afro-brasileira, africana e indígena;
- Saúde, vida familiar e social,
- Educação para o consumo;
- Educação financeira e fiscal;
- Mundo do trabalho;
- Ciência e tecnologia
- Diversidade cultural

C.10 Parte do organizador curricular dos Itinerários formativos da área de CNT

HABILIDADES RELACIONADAS ÀS COMPETÊNCIAS GERAIS/EIXO ESTRUTURANTE	HABILIDADES ESPECÍFICAS ASSOCIADAS AOS EIXOS ESTRUTURANTES	PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS
<p>PROCESSOS CRIATIVOS (EMIFCG04) Reconhecer e analisar diferentes manifestações criativas, artísticas e culturais, por meio de vivências presenciais e virtuais que ampliem a visão de mundo, sensibilidade, criticidade e criatividade.</p> <p>(EMIFCG05) Questionar, modificar e adaptar ideias existentes e criar propostas, obras ou soluções criativas, originais ou inovadoras, avaliando e assumindo riscos para lidar com as incertezas e colocá-las em prática.</p> <p>(EMIFCG06) Difundir novas ideias, propostas, obras ou soluções por meio de diferentes linguagens, mídias e plataformas, analógicas e digitais, com confiança e coragem, assegurando que alcancem os interlocutores pretendidos.</p>	<p>(EMIFCNT04) Reconhecer produtos e/ou processos criativos por meio de fruição, vivências e reflexão crítica sobre a dinâmica dos fenômenos naturais e/ou de processos tecnológicos, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p> <p>(EMIFCNT05) Selecionar e mobilizar intencionalmente recursos criativos relacionados às Ciências da Natureza para resolver problemas reais do ambiente e da sociedade, explorando e contrapondo diversas fontes de informação.</p> <p>(EMIFCNT06) Propor e testar soluções éticas, estéticas, criativas e inovadoras para problemas reais, considerando a aplicação de design de soluções e o uso de tecnologias digitais, programação e/ou pensamento computacional que apoiem a construção de protótipos, dispositivos e/ou equipamentos, com o intuito de melhorar a qualidade de vida e/ou os processos produtivos.</p>	<p>O objetivo do eixo Processos Criativos, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, é ampliar os conhecimentos científicos do estudante na idealização e realização de processos, mobilizando as habilidades para investigar, inventar, propor, criar e realizar projetos inovadores que atendam às demandas de problemas associados às temáticas das Ciências da Natureza e que estejam voltados às necessidades e ao desenvolvimento da sociedade e do mundo do trabalho, para contribuir com a melhora da qualidade de vida no planeta.</p> <p>Nesse sentido, a área de CNT propõe que o estudante vivencie práticas significativas utilizando a experimentação, a simulação e a criação de modelos ou protótipos para a elaboração de soluções inovadoras a partir da investigação de problemas reais, de relevância pessoal, para a comunidade e/ou para o mundo.</p> <p>Para estimular o processo criativo na resolução de um problema, é importante, além do conhecimento e da prática investigativa e reflexiva, estimular a leitura de diversas fontes, pesquisas em mídias digitais e a utilização de recursos tecnológicos e visitas de campo, visando diagnosticar os problemas e pensar em soluções ou propostas que sejam criativas e/ou inovadoras.</p> <p>Na perspectiva de promover o desenvolvimento do processo cognitivo, o fazer criativo e ampliar e aprofundar as habilidades, pretende-se que o estudante possa, por exemplo, pensar, propor e testar soluções que minimizem as emissões antrópicas de gases do efeito estufa; buscar soluções éticas e estéticas para os diferentes sistemas de geração de energia; utilizar resíduos derivados da extração da produção específica da matéria-prima para a fabricação de objetos que possam ampliar a bioeconomia; e aplicar novos algoritmos para a otimização da simulação computacional, visando comparar a simulação com a experimentação na compreensão dos sistemas moleculares, que são fundamentais para o desenvolvimento da nanotecnologia, da microeletrônica e da telecomunicação.</p> <p>Assim, pretende-se, ao desenvolver este eixo estruturante, que o estudante seja capaz de identificar problemas reais, criar soluções e elaborar produtos alternativos, considerando as aprendizagens desenvolvidas nos componentes da área de CNT, ampliando seu repertório científico, artístico e cultural, por meio de diferentes linguagens, mídias e plataformas, propondo, assim, novas estratégias através de ferramentas científico-tecnológicas.</p>

Quadro 8 - Parte do Organizador curricular dos Itinerários Formativos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (SÃO PAULO, 2020. p. 224-225)

C.11 Parte do organizador curricular dos Itinerários formativos da área de CNT e a área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

HABILIDADES RELACIONADAS ÀS COMPETÊNCIAS GERAIS/EIXO ESTRUTURANTE	HABILIDADES ESPECÍFICAS ASSOCIADAS AOS EIXOS ESTRUTURANTES CIÊNCIAS HUMANAS	HABILIDADES ESPECÍFICAS ASSOCIADAS AOS EIXOS ESTRUTURANTES CIÊNCIAS DA NATUREZA	PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS
<p>INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA (EMIFCG01) (EMIFCG02) (EMIFCG03)</p>	<p>(EMIFCHS01) Investigar e analisar situações problema envolvendo temas e processos de natureza histórica, social, econômica, filosófica, política e/ou cultural, em âmbito local, regional, nacional e/ou global, considerando dados e informações disponíveis em diferentes mídias.</p>	<p>(EMIFCNT01) Investigar e analisar situações-problema e variáveis que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, considerando dados e informações disponíveis em diferentes mídias, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais.</p>	<p>O eixo estruturante Investigação Científica, no contexto do itinerário integrado entre Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e Ciências da Natureza e suas Tecnologias, tem como objetivo estimular o estudante a reconhecer oportunidades para o desenvolvimento de pesquisas científicas, combinando e articulando diferentes fatos, métodos e tecnologias. Logo, deverá considerar o desenvolvimento de habilidades que possibilitem ao estudante identificar e/ou construir questões</p>

	<p>(EMIFCHS02) Levantar e testar hipóteses sobre temas e processos de natureza histórica, social, econômica, filosófica, política e/ou cultural, em âmbito local, regional, nacional e/ou global, contextualizando os conhecimentos em sua realidade local e utilizando procedimentos e linguagens adequados à investigação científica.</p> <p>(EMIFCHS03) Selecionar e sistematizar, com base em estudos e/ou pesquisas (bibliográfica, exploratória, de campo, experimental etc.) em fontes confiáveis, informações sobre temas e processos de natureza histórica, social, econômica, filosófica, política e/ou cultural, em âmbito local, regional, nacional e/ou global, identificando os diversos pontos de vista e posicionando-se mediante argumentação, com o cuidado de citar as fontes dos recursos utilizados na pesquisa e buscando apresentar conclusões com o uso de diferentes mídias.</p>	<p>(EMIFCNT02) Levantar e testar hipóteses sobre variáveis que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, utilizando procedimentos e linguagens adequados à investigação científica.</p> <p>(EMIFCNT03) Selecionar e sistematizar, com base em estudos e/ou pesquisas (bibliográfica, exploratória, de campo, experimental etc.) em fontes confiáveis, informações sobre a dinâmica dos fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, identificando os diversos pontos de vista e posicionando-se mediante argumentação, com o cuidado de citar as fontes dos recursos utilizados na pesquisa e buscando apresentar conclusões com o uso de diferentes mídias.</p>	<p>problematizadoras, partindo da realidade social, ambiental e cultural em que está imerso para propor hipóteses a serem testadas com base em fundamentos científicos. Nesse sentido, é importante oferecer subsídios para que o estudante seja capaz de identificar e analisar todos os elementos envolvidos na questão problematizadora, mobilizar os conhecimentos já construídos, estabelecer relações entre eles, observar quais precisam ser investigados para a resolução da situação-problema e, ainda, sistematizar e divulgar conclusões, mesmo que parciais, de forma ética.</p> <p>Trata-se, ainda, no contexto deste eixo, de conhecer as trajetórias das áreas por meio de estudos e pesquisas acerca da história do pensamento científico, a partir de temas consagrados, como o atomismo entre os filósofos pré-socráticos, o empirismo inglês, o racionalismo cartesiano, entre outros, que contribuam para a constituição do pensamento científico.</p> <p>Para tanto, é fundamental que o estudante compreenda a natureza, os objetivos, a aplicação e limites da investigação científica das duas áreas integradas, que demanda a identificação de um problema, a realização de levantamento bibliográfico, em diferentes gêneros textuais, pautado em fontes confiáveis, a pesquisa de campo e a experimentação, com a distinção e o reconhecimento dos elementos e das variáveis que estão presentes na pesquisa. Ele também deverá registrar as etapas do processo investigativo de forma sistemática, podendo produzir, conforme a natureza do eixo, uma dissertação, um relatório, um portfólio, um projeto de pesquisa ou uma publicação, para a divulgação das conclusões em diferentes mídias.</p> <p>Dessa forma, podem-se abordar, por exemplo, questões como os desequilíbrios ambientais, os extremos climáticos e suas consequências para a saúde coletiva e individual, a qualidade de vida, a política e economia em diferentes regiões do mundo, o uso da tecnologia e as relações com o trabalho, sociais, culturais, éticas, processos produtivos, geração de energia, valorização do patrimônio histórico e cultural, a violência física, simbólica e/ou psicológica, direitos humanos, democracia e cidadania, estado e sociedade, a revolução científica, a história da ciência, os avanços tecnológicos na medicina e informática, a questão da mulher na ciência, a astronomia e exploração espacial, as telecomunicações, questões relacionadas aos resíduos sólidos e sensoriamento remoto.</p> <p>A partir dessas considerações, o intuito é investigar alternativas para superar as problemáticas elencadas, tendo como fundamento a responsabilidade ética frente aos desafios do mundo contemporâneo.</p> <p>Espera-se que, ao final deste eixo, o estudante consiga acessar, selecionar, processar, analisar e utilizar dados que envolvam assuntos das áreas de CNT e Ciências Humanas e Sociais (CHS), com o intuito de compreender e discutir a</p>
--	---	--	---

			realidade de forma crítica, reflexiva e produtiva.
--	--	--	--

Quadro 9 - Parte do Organizador curricular dos Itinerários Formativos entre as áreas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e Ciências da Natureza e suas Tecnologias (SÃO PAULO, 2020. p. 286-288)

D Apresentação utilizada para a sequência didática

Apresentação da proposta de trabalho – **Haja coração!**

PROF. MÁRCIO BORTOLETTO FESSEL

Apresentação da Proposta

Título da atividade: Haja coração!

Breve descritivo: Projeto educacional envolvendo questões de saúde pública e suas relações com os conteúdos escolares.

Tempo previsto: 12 aulas (6 semanas)

Finalidade do projeto: Propor um modelo cardiovascular envolvendo os princípios disciplinares para compreender alguns fenômenos presentes no corpo humano.

Algumas negociações e compromissos: Haja coração!

Finalidade do projeto: Propor um **modelo** cardiovascular envolvendo os princípios disciplinares para compreender alguns fenômenos presentes no corpo humano.

Para que e quem servirá o projeto: Orientar as pessoas sobre alguns problemas de saúde relacionados com o sistema cardiovascular presente em parte significativa da população de forma a promover uma orientação para elas.

Espera-se que com este modelo elas possam compreender um pouco mais sobre como estes problemas de saúde ocorrem no corpo humano e com isto cuidar melhor de sua saúde.

Algumas negociações e compromissos: Haja coração!

Finalidade do projeto: Propor um modelo cardiovascular envolvendo os princípios disciplinares para compreender alguns fenômenos presentes no corpo humano.

Para que e quem servirá o projeto: Orientar as pessoas sobre alguns problemas de saúde relacionados com o sistema cardiovascular presente em parte significativa da população de forma.

Espera-se que por este modelo elas possam compreender um pouco mais sobre como estes problemas de saúde ocorrem no corpo humano e com isto cuidar melhor de sua saúde.

O que poderá ser feito como modelo: Vídeo explicativo, site de internet com informações e ilustrações, folheto, maquete, relatório, outras formas que as equipes ou a sala decidir

Por enquanto são apenas possibilidades, mais adiante vocês deverão estabelecer como será feito este modelo de representação do projeto.

Algumas negociações e compromissos: Haja coração!

Finalidade do projeto: Propor um modelo cardiovascular envolvendo os princípios disciplinares para compreender alguns fenômenos presentes no corpo humano.

Para que e quem servirá o projeto: Orientar as pessoas sobre alguns problemas de saúde relacionados com o sistema cardiovascular presente em parte significativa da população de forma.

Espera-se que por este modelo elas possam compreender um pouco mais sobre como estes problemas de saúde ocorrem no corpo humano e com isto cuidar melhor de sua saúde.

Como será desenvolvido o projeto:

O projeto será desenvolvido em 8 etapas.

- 1 – Atividade inicial – O clichê
- 2 – Ampliando a atividade inicial – O panorama espontâneo
- 3 – Consultando especialistas e especialidades
- 4 – Atividades práticas e de exploração com abertura de **caixas pretas**
- 5 – Esquematização Global
- 6 – Aprofundamentos e abertura de caixas pretas sem ajuda de ninguém
- 7 – Apresentação do produto final

Algumas negociações e compromissos: Haja coração!

Finalidade do projeto: Propor um modelo cardiovascular envolvendo os princípios disciplinares para compreender alguns fenômenos presentes no corpo humano.

Para que e quem servirá o projeto: Orientar as pessoas sobre alguns problemas de saúde relacionados com o sistema cardiovascular presente em parte significativa da população de forma.

Espera-se que por este modelo elas possam compreender um pouco mais sobre como estes problemas de saúde ocorrem no corpo humano e com isto cuidar melhor de sua saúde.

Quantidade e momentos de avaliação:

Proposta **Na Participação** durante o projeto (analisando a participação ativa e envolvimento dos alunos) e

3 apresentações –

- 1ª na escolha dos especialistas e o plano de trabalho com base em argumentos (ao final da etapa 2);
- 2ª na esquematização global (etapa 5)
- 3ª na apresentação do produto (etapa 7 - final)

Mais momentos? Menos?

Algumas negociações e compromissos: Haja coração!

Finalidade do projeto: Propor um modelo cardiovascular envolvendo os princípios disciplinares para compreender alguns fenômenos presentes no corpo humano.

Para que e quem servirá o projeto: Orientar as pessoas sobre alguns problemas de saúde relacionados com o sistema cardiovascular presente em parte significativa da população de forma.

Espera-se que por este modelo elas possam compreender um pouco mais sobre como estes problemas de saúde ocorrem no corpo humano e com isto cuidar melhor de sua saúde.

Como poderá ser realizado o projeto?

Possibilidades: Grupos de alunos? Quantos por grupo? a sala toda? Individual?

Como serão distribuídas as tarefas?
Sorteio? Cada um assume uma responsabilidade?

Momento para tomar esta decisão: na etapa 2.

Competências e habilidades que serão trabalhadas durante o projeto: Haja coração!

COMPETÊNCIAS DA BNCC

Competências Gerais: 2, 4, 5, 6 e 10

Tema transversal: saúde, vida familiar e social

Competências CNT: 1, 2 e 3.

HABILIDADES DA BNCC

EM13CNT101, EM13CNT302,

EM13CNT105, EM13CNT303,

EM13CNT203, EM13CNT304,

EM13CNT207, EM13CNT306,

EM13CNT301, EM13CNT310

Competências e habilidades que serão trabalhadas durante o projeto: Haja coração!

COMPETÊNCIAS DO CURRÍCULO DE SÃO PAULO

Tema Contemporâneos Transversais (TCT): Ciência, Tecnologia e Saúde;

Eixo relativo aos itinerários formativos:

I – Investigação científica: competências gerais (EMIFCG01), (EMIFCG02) e (EMIFCG03)

II - Processos criativos: (EMIFCG05)

III – Mediação e intervenção social: (EMIFCG07), (EMIFCG08), (EMIFCG09).

HABILIDADES DO CURRÍCULO

Eixo relativo aos itinerários formativos:

I – Investigação científica: competências gerais (EMIFCNT01), (EMIFCNT02), (EMIFCNT03)

II - Processos criativos: (EMIFCNT04), (EMIFCNT05), (EMIFCNT06)

III – Mediação e intervenção social: (EMIFCNT07), (EMIFCNT08).

Haja coração!

Atividade 01 – Algumas questões para refletir

Anotar no caderno cada uma das respostas.

Máximo de 5 minutos para cada uma das perguntas

Aula 01

É possível substituir o coração humano por uma máquina?

De que forma isto poderia ser feito?

O que é necessário para que isto ocorra?

Isto é possível?

Em quais situações seria possível?

O que é necessário saber para que isto ocorra?

É HORA DE SOCIALIZAR AS RESPOSTAS!!!

Haja coração!

Atividade 02 –
Lendo o mundo

Tempo previsto: 1
aula

Aula 02

Formar 7 grupos na sala de forma que o número de alunos fique distribuído de forma igual

Cada grupo irá escolher um número da lousa (de 1 a 7) e retirar o texto do número e título correspondente

Caso algum grupo deseje trocar de texto, a negociação será entre os grupos envolvidos

Cada grupo deverá anotar em uma folha com o nome de cada um do grupo:

- O que entendeu do texto e
- cada uma das dúvidas encontradas no texto, desde palavras como termos ou técnicas

É HORA DE SOCIALIZAR AS ANOTAÇÕES!!!

TÍTULO DOS TEXTOS
– clique aqui!

Notas de apoio: Quem são os envolvidos? Para quem este texto foi feito? Qual foi a sua intencionalidade? O que é necessário para isto ou aquilo? O que é necessário saber para compreender melhor o que o texto está falando? Onde podemos encontrar esta informação? Qual é a importância de se conhecer isto ou aquilo (com referência ao que eles apresentaram como importante conhecer)? Qual é a importância que este texto tem para com a proposta de construir um modelo de sistema cardiovascular? Devemos consultar algum especialista neste assunto? Quem seria ele?

Haja coração!

Atividade 03 –
Definindo e
entendendo
algumas coisas –
Parte 1

Tempo previsto: 1
aula

Aula 02

É hora de definirmos algumas coisas lembrando que nosso objetivo é:

- Propor um modelo cardiovascular envolvendo os princípios disciplinares para compreender alguns fenômenos presentes no corpo humano e orientar as pessoas sobre alguns problemas de saúde relacionados com o sistema cardiovascular presente em parte significativa da população de forma a promover uma orientação para elas.
- De tudo o que listamos, o que será importante levar em consideração para elaborarmos o projeto?

Notas de apoio: O que é o coração humano? Qual é a sua função no corpo? Como ele faz isso? Como o sangue circula no corpo humano? Qual é a função das veias? O que é um AVC (acidente vascular cerebral conhecido popularmente como derrame)? O que é um infarto? Como eles ocorrem? O que é a pressão arterial? O que significa ela aumentar ou diminuir? O que a faz modificar o seu valor? Como? O que a física tem de relação com este tema? Que medidas podem ser tomadas para um indivíduo que apresente sintomas de pressão baixa? Como a gravidade atua em seu corpo? Como funciona o sistema

circulatório? Por que tanta preocupação com consumo de sal? Até onde há preocupação com a saúde ou interesses comerciais? Que outros fatores do cotidiano, além do sal, influenciam na variação da pressão arterial? Tem alguma disciplina aqui da escola que tem algo a ver com isto? (nesta última pergunta, caso a resposta seja apenas biologia, questionar sobre as demais disciplinas e quais seriam suas contribuições para melhor entendimento deste tema).

Haja coração!

Atividade 04 –
Definindo e
entendendo
algumas coisas –
Parte 2

Tempo previsto: 2
aulas

Aula 03

É hora de definirmos algumas coisas lembrando que nosso objetivo é:

- Propor um modelo cardiovascular envolvendo os princípios disciplinares para compreender alguns fenômenos presentes no corpo humano e orientar as pessoas sobre alguns problemas de saúde relacionados com o sistema cardiovascular presente em parte significativa da população de forma a promover uma orientação para elas.
- O que iremos propor então como produto final para alcançarmos nosso objetivo? O que precisaremos para isto? De Quem precisaremos? Devemos chamar alguém de fora da escola? Quem?

Notas de Apoio: Quem são os envolvidos? O que vocês pretendem fazer como produto? Como irão realizar este produto? O que é necessário saber para “isto” ou “aquilo”? Quais são os conhecimentos (as caixas pretas) que deveremos estudar para concluir o produto? O que iremos priorizar no estudo? Quais são os especialistas que consultaremos? Por que estes especialistas foram escolhidos? Quem irá “buscar” estes especialistas? Qual é a forma que ele será consultado? (pode ser necessário neste momento dizer que pode ser entrevista, videoconferência, visita a escola etc.)

Haja coração!

Atividade 04 –
Definindo e
entendendo
algumas coisas –
Parte 2

Tempo previsto: 2
aulas

Aula 03

É hora de definirmos algumas coisas lembrando que nosso objetivo é:

- Propor um modelo cardiovascular envolvendo os princípios disciplinares para compreender alguns fenômenos presentes no corpo humano e orientar as pessoas sobre alguns problemas de saúde relacionados com o sistema cardiovascular presente em parte significativa da população de forma a promover uma orientação para elas.
- Agora é hora de elaborar o plano de trabalho
 - O que será feito?
 - Como será feito?
 - O que será necessário?
 - Quem fará o quê?

Haja coração!

Atividade 05 –
Consulta de
especialistas e
especialidades

Tempo previsto: 1
aula

Aula 04

Consultando os especialistas.

- Nome do especialista
- Profissão/especialidade
- Tema da consulta

Notas de Apoio: Solicitar aos alunos que:

- *Elaborem uma lista das perguntas e dúvidas que mais lhe interessam para o especialista;*
- *Propor que os alunos apresentem o contato do especialista (nome, sua especialidade, onde atua etc.), o horário que este poderá dialogar e como será realizado este diálogo (entrevista, via conferência online, palestra etc.) de forma antecipada ao professor;*
- *Alertar aos alunos que a escola tem uma rotina que precisa ser respeitada, portanto, todas as ações devem ser planejadas com antecedência e autorizadas previamente;*
- *No caso de dificuldades, conversar com o professor para buscar possíveis alternativas e comunicar a classe sobre estas alterações.*

Haja coração!

Atividade 06 e 07 –
Abertura de Caixas-
Pretas
Parte 1

Tempo previsto: 1
aula

Aula 05

Atividade 6: Combinando coisas “pro rolê”!

Atividade 7: Começando a experimentar

- Experimento 1: Conhecendo e definindo a pressão
 - (Anexo B.1).
- Experimento 2: Hidrostática – a pressão distribuída em um fluído
 - (Anexo B.2)
- Experimento 3: Hidrostática – alavanca de pascal – uma demonstração visual
 - (Anexo B.3)

Haja coração!

Atividade 08 –
Abertura de Caixas-
Pretas
Parte 2

Tempo previsto: 1
aula

Aula 06 e 07

Atividade 8: Experimenta que tá ficando bom

- Experimento 4: Hidrostática – A pressão atmosférica e o Teorema de Stevin
 - Etapa 1 – A água que vaza e não vaza
 - (Anexo B.4.1)
 - Etapa 2 – A água que não vaza
 - (Anexo B.4.2)
 - Etapa 3: Diminui e aumenta, que aperto!
 - (Anexo B.4.3)
 - Etapa 4: Vazando até acabar
 - (Anexo B.4.4)

Haja coração!

Atividade 08 –
Abertura de Caixas-
Pretas
Parte 2

Tempo previsto: 2
aulas

Aula 06 e 07

Atividade 8: Experimenta que tá ficando bom

- Experimento 4: Hidrostática – A pressão atmosférica e o Teorema de Stevin
 - Etapa 5: Dois furos e tudo fica igual
 - (Anexo B.4.5)
 - Etapa 6: Vazando em cima e embaixo
 - (Anexo B.4.6)
 - Etapa 7: Pressão por todos os lados
 - (Anexo B.4.7)
 - Etapa 8: Estabelecendo relações com o corpo humano
 - (Anexo B.4.8)

Haja coração!

Atividade 09 –
Abertura de Caixas-
Pretas
Parte 3

Tempo previsto: 2
aulas

Aula 08 e 09

Atividade 9: Experimenta que tá ótimo!

- Experimento 5: É vazamento que não acaba mais!
 - (Anexo B.5)
- Experimento 6: Equação da continuidade
 - Etapa 1 – A igualdade oculta
 - (Anexo B.6.1)
 - Etapa 2 – As velocidades pelo computador
 - (Anexo B.6.2)
 - Etapa 3 – Que coisa, uma dupla vazão!
 - (Anexo B.6.3)
- Experimento 7: Tubo de Venturi e Equação de Bernoulli
 - (Anexo B.7)

Haja coração!

Atividade 10 -
Esquematização
global

Tempo previsto: 1
aula

Aula 10

Atividade 10 É hora de pensar!

- Apresentando um esquema do produto
 - O que vamos fazer de modelo?
 - O que falta?
 - Tem caixa-preta pra abrir?
 - Quais?
 - Quantas?
 - Precisamos de todas elas? Por que?
 - Como vamos nos organizar?
 - Quem faz o quê?

Haja coração!

Atividade 11 -
Abertura de caixas
pretas sem ajuda de
especialistas

Tempo previsto: 1
aula

Aula 11

Atividade 11 – “Se vira nos 30!”.

- Pesquisando por conta própria
- Não esquecer do(s) roteiro(s) da aula anterior!

Haja coração!

Atividade 12 -
Síntese e/ou
produto da IIR

Tempo previsto: 1
aula

Aula 11

Atividade 12 – VEJAM SÓ O QUE FIZEMOS!!!.

- Produto final do projeto.



Esta Foto de Autor Desconhecido está licenciado em [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)