

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
DOUTORADO EM ENSINO DE FÍSICA

ENSINO DE TERMODINÂMICA A PARTIR DE SITUAÇÕES DA ENGENHARIA:
INTEGRANDO AS METODOLOGIAS DE PROJETOS E AS UNIDADES DE
ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

TESE DE DOUTORADO

MARA FERNANDA PARISOTO

PORTO ALEGRE

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
DOUTORADO EM ENSINO DE FÍSICA

ENSINO DE TERMODINÂMICA A PARTIR DE SITUAÇÕES DA ENGENHARIA:
INTEGRANDO AS METODOLOGIAS DE PROJETOS E AS UNIDADES DE
ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

Mara Fernanda Parisoto

Tese de Doutorado em Ensino de Física
apresentada ao PPGENFIS e realizada,
como requisito parcial para obtenção do
título de Doutor em Ensino de Física, sob
orientação do Prof. Dr. Marco Antonio
Moreira.

PORTO ALEGRE

2015

“O único homem que se educa é aquele que aprendeu como aprender; que aprendeu como se adaptar e mudar, que sabe que nenhum conhecimento é seguro, que nenhum processo de buscar conhecimento oferece uma base de segurança” (Roger, 1977).

AGRADECIMENTO

Agradeço:

- Ao professor Marco Antonio Moreira pelo apoio, dedicação e por apostar em mim, deixando claro que somos seres em constante formação.
- A todos os (as) professores (as) que passaram pela minha vida e que me ensinaram muito do que sei.
- Aos professores Paulo Pureur, Andreia Zompero e Naira Balzaretto pelas contribuições feitas na qualificação.
- Aos parceiros de pesquisa e amigos do Instituto Federal de Alagoas Marcos e Robert.
- Aos parceiros de pesquisa e amigas da Educação Básica.
- Aos amigos do Projeto Alternativa Cidadã que, seja através do ensino, pesquisa ou extensão, foram motivadores da minha trajetória acadêmica, proporcionando muitos momentos alegres.
- Aos queridos colegas e amigos da Pós-Graduação em Ensino de Física, pelas discussões, parceria e principalmente pela amizade, que levarei onde eu estiver.
- À UNISC e à UFRGS pela oportunidade de aplicar a minha pesquisa.
- Aos alunos que participaram da pesquisa e que cumpriram o que para Piaget é a primeira meta da educação “criar homens que sejam capazes de fazer coisas novas; homens que sejam criadores, inventores, descobridores e não apenas reproduzidores de informações”.
- A CAPES pela bolsa de estudos e financiamento para participar dos congressos.
- À UFRGS pela infraestrutura física e pelos trabalhadores qualificados que possibilitaram o término do Doutorado.

- Aos professores Marco Idiart, Rubem Erichsen Junior e Antonio Marcos de Andrade que auxiliaram muito em momentos importantes do doutorado.

- À grande família que formamos na amável “Ostentando na Euclides da Cunha”, sempre tornando a minha vida muito mais feliz. Agradeço em especial as pessoas que dividem a vida comigo Rejane, Iara e Jackeline. Obrigada por terem aguentado ausências, mau humor e pelos momentos de cumplicidade, apoio e confraternização.

- Ao meu namorado, por ser essa pessoa maravilhosa, sempre pronto a ouvir minhas angustias, minhas tristezas, minhas alegrias. Sempre com muita paciência nos vários momentos em que não pude lhe dar a devida atenção. Agradeço ainda sua dedicação, as discussões feitas durante horas, às leituras e sugestões muito úteis referentes à Tese, o que me permitiram ver pontos que sozinha não teria percebido. Agradeço, ainda, por sempre estar ao meu lado, pelo companheirismo que nunca lhe faltou, pelas conversas, pelos momentos de estudo e descontração, pela preocupação que tem comigo, para com as outras pessoas e para com os animais.

- À Nair, ao Dirceu, ao Douglas e ao Marciano, minha família. Pessoas maravilhosas que, mesmo distantes, sempre acreditaram em mim, me apoiaram, dando sempre uma palavra de conforto, que me ajudou a continuar. Nunca conseguirei expressar em palavras o quanto sou grata a essas pessoas por tudo que fizeram e fazem por mim, pelo companheirismo, apoio e amor incondicional.

- Também sou muito grata a Deus por ter me auxiliado a superar minhas dificuldades e por ter me enviado esses vários anjos que tenho na minha vida. Também sou grata por me mandar as dificuldades a fim de que eu pudesse me tornar mais forte e saber melhor em quem posso contar.

Enfim, há muitas pessoas que foram fundamentais para meu trabalho, algumas aqui não citadas, mas também imensamente importantes, seja para aprender com elas como para me manter bem. Dessa forma, agradeço a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, colaboraram com a conclusão deste trabalho.

Obrigada!

RESUMO

Dentre os problemas tradicionalmente acatados pela educação em ciências, cita-se o desenvolvimento e avaliação de estratégias para o ensino de conceitos científicos. A literatura também apresenta vários problemas no Ensino de Física Básica para a Engenharia, tais como a falta de profissionais na área, a dificuldade de aplicar conceitos de Física na futura área de atuação, as altas taxas de reprovação e evasão, falta de habilidade de comunicação dos formandos na área, pouca consciência dos estudantes dos aspectos sociais, ambientais, econômicos e legais que fazem parte da Engenharia Moderna, pouca ou inexistência de relações entre teoria e prática, notas estatisticamente piores no Ensino Tradicional. Com o intuito de atender a estas demandas, a presente pesquisa busca desenvolver e avaliar uma proposta didática composta por situações de Física aplicadas à Engenharia, Unidades de Ensino Potencialmente Significativas e o Método de Projetos na perspectiva de Rogers, de modo que a integração facilite a Aprendizagem Significativa, crítica e ativa de conceitos da Termodinâmica, favorecendo a elaboração de projetos, pelos alunos, na futura área de atuação, bem como se preocupando com a ementa. Como metodologia de pesquisa, foi utilizada a integração entre métodos qualitativos e quantitativos. O método qualitativo utilizado foi a pesquisa do tipo etnográfica e no quantitativo utilizou-se estatística descritiva e inferencial. Para a coleta de dados, foi utilizado um delineamento quase experimental para amostras temporais equivalentes. Utilizou-se a integração entre os métodos qualitativos e quantitativos e vários instrumentos para coleta dos dados, devido à possibilidade de aumento da profundidade e extensão dos resultados encontrados a partir do cruzamento de tais informações. Na parte do desenvolvimento, foram construídas duas UEPS que, integradas ao Método de Projetos e as situações-problema, foram implementadas em três turmas mistas da Engenharia (duas de controle e uma experimental), com uma carga horária de 60 horas cada turma, totalizando 180 horas de implementação da proposta. Escolheu-se a área da Termodinâmica, pois na revisão da literatura não foram encontrados trabalhos nessa área. Na parte inicial da pesquisa, identificou-se qualitativamente e quantitativamente que a maioria dos alunos não possuem conhecimentos prévios sobre conceitos de Termodinâmica. Depois do processo de instrução, a maioria dos alunos mostrou indícios de Aprendizagem Significativa, conceitual, procedimental e de aplicação, inclusive apresentando maior retenção desses conhecimentos se comparado ao grupo de controle. Como encaminhamento para a continuidade do trabalho, pretende-se: **1)** identificar quais são os invariantes operatórios dos alunos na área abrangida pela proposta; **2)** encontrar métodos que facilitem a comparação entre os dados apresentados pelos alunos nos diferentes instrumentos, fazendo a triangulação entre eles, para buscar indícios de como ocorre a evolução do campo conceitual da Termodinâmica ao longo do processo de instrução; **3)** preparar cursos para professores e instrutores; **4)** re-implementar a presente proposta alterando os fatores necessários; **5)** avaliar qualitativamente e quantitativamente a nova versão; **6)** identificar se os professores continuam utilizando a integração depois do término da pesquisa; **7)** pesquisar como ocorre a implementação em outras disciplinas da Física Básica.

ABSTRACT

One of the problems traditionally faced by education in sciences is the development and evaluation of strategies for teaching scientific concepts. The literature also presents many problems in the Basic Physics Teaching for Engineering, such as the lack of professionals in the area, the difficulty to apply the Physics concepts on the future acting field, the elevated rate of reprobation and evasion, formed students with lack of communication ability, low conscience of students about social, environmental, economical and legal aspects that are part of the Modern Engineering, little or absence of relation among theory and practice, and the students' scores, which are statically worse in Traditional Education. In order to attend these demands, this research seeks to develop and evaluate a didactic proposal composed by Physics situations applied on Engineering, Potentially Significant Education Units and the Projects Method on the Rogers' perspective, so that the integration facilitate the Meaningful Learning - which should be active and critic - of Thermodynamics concepts, favoring creation of projects by the students on the future acting field, and concerning with the contents. As research methodology, integration among qualitative and quantitative methods was used. The qualitative method used was the ethnography research and the quantitative method was descriptive and inferential statistic. For gathering data was used an almost experimental lineation for temporal equivalent samples. It was used the integration among the qualitative and quantitative methods and many tools for gathering data due to the possibility of growth of the profundity and extension of the found results from the intersection of that information. In the development stage was built two UEPS that, integrated to the Projects Method and the problem-situations, was implemented on three Engineering mixed classes (two of control and one experimental), with during time of 60 hours each class, totaling 180 hours of the proposal implementation. Thermodynamics was chosen because works in this field was not found in the literature revision. In the initial step of the research was quantitatively and qualitatively found that most students have not previous knowledge of Thermodynamics concepts. After the instruction process, most students presented signs of Meaningful Learning - conceptual, procedural and of application - including presenting higher retention of these knowledges comparing it with the control group. It was also identified a motivation increase, decrease of the evasion and reprobation rates, and an increase of the students understanding about the relation between Engineer and Physics. As forwarding to the continuity of this work, it is intended to: 1) which are the invariable operatives of the students in the area covered by the proposal? 2) Find methods that facilitates the comparison of the data presented by students on the different tools, making triangulation between these, to find evidence of how the evolution of the Thermodynamics conceptual field occurs over the instruction process; 3) develop courses to teachers and instructors; 4) implement this proposal changing the necessary factors; 5) evaluate qualitatively and quantitatively the new version; 6) Are the teachers remain using the integration after the end of the research? 7) How occur the implementation on other disciplines of Basic Physics?

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 QUESTÕES DE PESQUISA	21
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	22
2.1 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS).....	23
2.2 MÉTODO DE PROJETOS	26
<i>2.2.1 Primeira categorização dos artigos.....</i>	<i>28</i>
<i>2.2.1.1 Formas de implementar o Método de Projetos.....</i>	<i>28</i>
<i>2.2.1.2 Comparação do Método de Projetos com outros métodos de ensino</i>	<i>37</i>
<i>2.2.1.3 Integração Método de Projetos com outros referenciais</i>	<i>39</i>
<i>2.2.1.4 Discussão teórica.....</i>	<i>47</i>
<i>2.2.2 Segunda categorização dos artigos.....</i>	<i>53</i>
3. MARCO TEÓRICO	63
3.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS) DE AUSUBEL	63
3.2 A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS DE VERGNAUD	66
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	74
4.1 METODOLOGIAS DE ENSINO.....	74
<i>4.1.1 Método de Projetos na perspectiva de Rogers.....</i>	<i>74</i>
<i>4.1.2 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS).....</i>	<i>78</i>
<i>4.1.3 Metodologia das aulas</i>	<i>81</i>
<i>4.1.4 Contexto de implementação.....</i>	<i>81</i>
4.2 METODOLOGIAS DE PESQUISA	82
<i>4.2.1 Pesquisa e desenvolvimento</i>	<i>82</i>
<i>4.2.2 Pesquisa Qualitativa</i>	<i>83</i>
<i>4.2.3 Pesquisa Quantitativa</i>	<i>85</i>
<i>4.2.4 As Etapas de Pesquisa</i>	<i>87</i>
<i>4.2.5 Coleta de Dados</i>	<i>88</i>
<i>4.2.6 Análise dos dados.....</i>	<i>89</i>
5. RESULTADOS.....	91
5.1 INTEGRAÇÃO ENTRE O MÉTODO DE PROJETOS E AS UEPS	91
5.2 INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	109
<i>5.2.1 Análise dos contratos de trabalhos, apresentações e projetos</i>	<i>109</i>
<i>5.2.2 Análise quantitativa dos dados obtidos a partir do questionário e comparação entre grupo de controle e experimental</i>	<i>119</i>
5.3 ALTERAÇÃO DA PROPOSTA.....	121
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	133
7. REFERÊNCIAS	140
8. APÊNDICE.....	150
8.1 PLANO DE ENSINO	150
8.2 PROJETO	153

8.3 QUESTIONÁRIO DE AUTORIZAÇÃO DOS ALUNOS	154
8.4 LISTA 1.....	155
8.5 LISTA 2.....	157
8.6 LISTA 3.....	158
8.7 PROVA 1.....	161
8.8 LISTA 4.....	165
8.9 PROVA 2.....	168
8.10 ANÁLISE DOS MÉTODOS E/OU DAS ESTRATÉGIAS DE ENSINO	171
8.11 PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE	172
8.12 ATIVIDADES DE PESQUISA DESENVOLVIDAS NO DOUTORADO.....	176
9. ANEXO.....	180
9.1 ANEXO 1: LISTA.....	180
9.2 ANEXO 2: PROJETO DOS ALUNOS 37 E 45	181
9.3 ANEXO 3: CONTRATO DE TRABALHO DOS ALUNOS 37 E 45.....	219
9.4 ANEXO 4: PROJETO DO ALUNO 24.....	224
9.5 ANEXO 5: CONTRATO DO ALUNO 24.....	248
9.6 ANEXO 6: PROJETO DOS ALUNOS A39 E A9.....	251
9.7 ANEXO 7: CONTRATO DOS ALUNOS A39 E A9	264
9.8 ANEXO 8: PROJETO DOS ALUNOS A50 E A51.....	270
9.9 ANEXO 9: CONTRATO DOS ALUNOS A50 E A51	281

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Síntese da introdução	13
Figura 2: Síntese da revisão da literatura	22
Figura 3: Relação dos artigos encontrados em periódicos nos últimos quatorze anos ...	27
Figura 4: Relação dos artigos encontrados em periódicos nacionais e internacionais nos últimos quatorze anos.....	27
Figura 5: Síntese do marco teórico.	63
Figura 6: A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, apresentada em um diagrama V.	65
Figura 7: Síntese dos procedimentos metodológicos.....	74
Figura 8: Relação entre pesquisa e desenvolvimento.	82
Figura 9: Utilização dos referenciais teóricos e metodológicos para alcançar os objetivos propostos.	89
Figura 10: Síntese do capítulo sobre os resultados.	91
Figura 11: Síntese da integração entre UEPS, situações-problema e Método de Projetos.	94
Figura 12: Assuntos dos projetos desenvolvidos pelos alunos.....	110
Figura 13: Justificativas positivas dos alunos na categoria I.1.....	122
Figura 14: Críticas dos alunos na categoria I.1.	123
Figura 15: Justificativas positivas dos alunos na segunda categoria.	123
Figura 16: Críticas dos alunos na segunda categoria.	124
Figura 17: Críticas dos alunos na terceira categoria.....	125
Figura 18: Justificativas positivas dos alunos na categoria II.	127
Figura 19: Críticas dos alunos na categoria II.	129
Figura 20: Aspectos positivos apontados pelos alunos na categoria III.	129
Figura 21: Críticas dos alunos na categoria III.....	131
Figura 22: Síntese das considerações finais	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Diferenças e semelhanças entre as UA e as UEPS.....	25
Tabela 2: Formas de implementar o Método de Projetos.	28
Tabela 3: Comparação do Método de Projetos com outros métodos de ensino.....	37
Tabela 4: Integração do Método de Projetos com outros referenciais.....	39
Tabela 5: Graus de liberdade professor/aluno nas atividades investigativas.	51
Tabela 6: Características dos Métodos de Projetos ou dos Métodos de Investigação contidas nos artigos encontrados na revisão de literatura.	54
Tabela 7: Tarefas desenvolvidas fora e dentro de sala de aula pelos alunos.....	93
Tabela 8: Tarefas desenvolvidas fora e dentro de sala de aula pelo professor.....	93
Tabela 9: descrição da primeira UEPS integrada ao Método de Projetos e as situações-problema e indícios de Aprendizagem Significativa, coletados a partir do diário de bordo.	95
Tabela 10: Descrição da segunda UEPS integrada ao Método de Projetos e indícios de Aprendizagem Significativa, coletados a partir do diário de bordo.	101
Tabela 11: Não usaram conceitos mínimos.....	111
Tabela 12: Utilização correta dos conceitos mínimos.	111
Tabela 13: Utilização incorreta dos conceitos mínimos.	111
Tabela 14: Resultados referentes à resolução matemática.	112
Tabela 15: Resultados referentes à construção do produto.....	112
Tabela 16: Comparação entre acertos e erros procedimentais nas apresentações.....	113
Tabela 17: Comparação entre acertos e erros procedimentais nos projetos.....	113
Tabela 18: Significância entre o pré-teste e o pós-teste.....	119
Tabela 19: Significância entre o pós-teste e o teste aplicado após dois meses, do Grupo de Controle e do Grupo Experimental.	120
Tabela 20: Análise quanto à atividade desenvolvida.....	121
Tabela 21: artigos submetidos a parecer.	177
Tabela 22: artigos/livro em fase de desenvolvimento.....	178

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Semelhanças entre a Teoria da Aprendizagem Significativa e a Metodologia de Investigação	45
--	----

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, apresenta-se uma breve contextualização sobre o Ensino de Física na Engenharia, começando com a definição do ensino tradicional (aula expositiva seguida de resolução de problemas), em que a principal característica é o ensino dedutivista. Na sequência, apresentam-se algumas pesquisas que visam buscar alternativas para a solução de alguns problemas do ensino de Física Básica na Engenharia, chamando a atenção para os problemas que a literatura destaca nessa área, visando reduzir a lacuna de trabalhos bem fundamentados no que se refere ao tema da presente tese (Helle, Tynjälä e Olkinuora, 2006). Posteriormente, é apresentada a proposta da tese, justificando a partir da literatura a integração entre Método de Projetos (baseada no referencial humanista), a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa e as situações-problema (baseadas, principalmente, no referencial cognitivista). Por fim, são apresentadas as questões de pesquisa. Na Figura 1, há a síntese do capítulo.

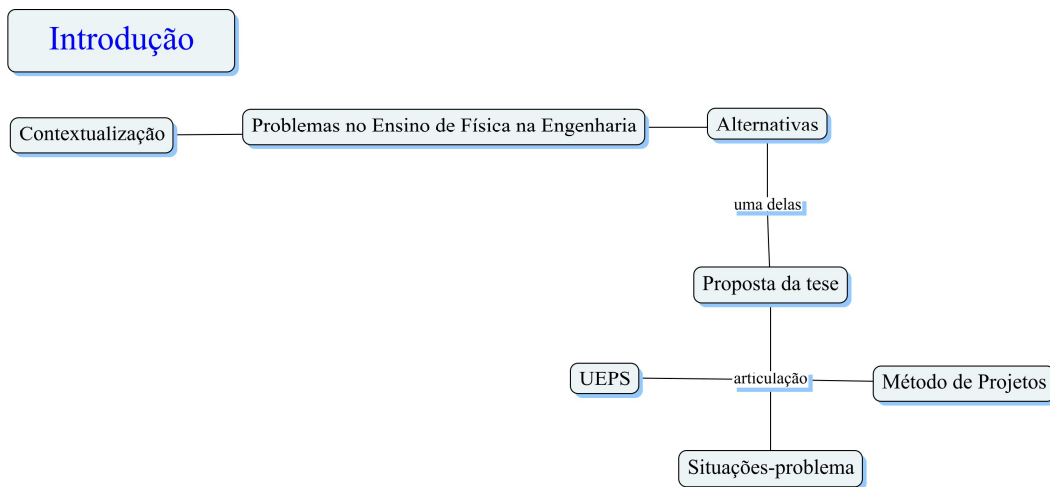


Figura 1: Síntese da introdução

1.1 Justificativa

De acordo com Prince e Felder (2006), o ensino tradicional na Engenharia é dedutivo, começando-se por teorias e no final, exemplificando-as. Metodologias de

ensino alternativas são mais indutivas. Nessas, os tópicos, observações específicas, estudos de caso ou problemas são introduzidos e as teorias são ensinadas aos alunos apenas depois deles sentirem necessidade.

Métodos indutivistas desenvolvem não apenas a aprendizagem conceitual igual (Prince e Felder, 2006), ou melhor, (Schneider et al., 2002) ao método dedutivo, mas estimulam o desenvolvimento de outras habilidades que não o são no método dedutivo, tais como pensamento crítico (Matos, 2009) e capacidade de argumentação (Planinšič, 2007). Segundo Schank (1994 e 1995) *apud* Motschnig-Pitrik e Holzinger (2002), “aprendemos melhor quando sentimos mais”.

Há vários métodos indutivistas; alguns desses visam à aprendizagem ativa. Prince (2004) a define como “qualquer método institucional que engaje os estudantes no processo de aprendizagem, na qual estes façam atividades que os levem a aprenderem, pensando no que estão fazendo”. O autor define três formas de aprendizagem ativa, a aprendizagem colaborativa, cooperativa e o Project Based Learning (PBL).

Prince (2004) defende que a utilização de um método indutivista em relação aos outros depende dos objetivos de ensino que se tenha. Prince e Felder (2006) argumentam que PBL é recomendado em cursos de Engenharia, para aulas de laboratório, cursos que visam o desenvolvimento de processos e/ou produtos. Os projetos devem ser autênticos e dirigidos aos objetivos de aprendizagem do instrutor. Por essas razões, na presente tese, foi escolhido o método indutivo, visando à aprendizagem ativa e escolhida uma das ramificações do PBL, o denominado Método de Projetos na perspectiva de Carl Roger, por seu caráter aberto, que possibilita a articulação com métodos baseados em teorias cognitivistas.

No entanto, o que é PBL? Raine e Collett (2003) mencionam que apenas trabalhos em grupos não o definem, é necessário que o problema que o envolve possa ser resolvido em muitos níveis, que possibilitem aos estudantes, com facilitação apropriada, construir seu próprio conhecimento. Adderley *et al.* *apud* Helle, Tynjälä e Olkinuora (2006), apontam cinco características que definem o PBL: 1) envolve a solução de um problema, não necessariamente elaborado pelos alunos; 2) é indispensável a iniciativa dos estudantes ou grupos de estudantes; 3) necessita variedade de atividades educacionais; 4) resulta normalmente num produto final, como por exemplo, artigo, relatório, programa e protótipo...; 5) frequentemente necessita de tempo considerável para ser realizado; 6) corpo docente possui papel consultivo e não autoritário em todos os estágios do ensino (início, orientação e conclusão). Embora

essas sejam as principais características do PBL, este pode assumir várias formas que dependem de razões éticas, políticas e pedagógicas.

Segundo Helle (2006), o PBL pode providenciar aos estudantes: 1) uma experiência concreta e holística de certo processo, por exemplo, a construção, gestão do projeto é utilizada para introduzir algo; 2) a integração de materiais e a habilidade para aplicar em circunstâncias didáticas; 3) o método de aprendizagem por descoberta guiada com a intenção de promover aprendizagem autorregulada e em nível profundo. Nesse caso, os aspectos do projeto estão dissolvidos na estrutura do curso. Dependendo do objetivo, uma dessas alternativas deve ser utilizada, pois nem sempre é razoável alcançar todas as três propostas durante um único curso.

De acordo com Ryan e Deci (2000), ação, competição e competência são pré-requisitos para a motivação intrínseca e a base da aprendizagem fundamentada em projetos. De fato, os resultados de Helle, Tynjälä e Olkinuora (2006) sugerem que a aprendizagem baseada em projetos tem um efeito positivo na motivação de estudantes no curso de Ciências da Computação, e que o efeito foi mais saliente entre os estudantes inicialmente com baixa autorregulação.

Morgan (1983) apud Helle, Tynjälä e Olkinuora (2006) descreve três modelos gerais de PBL com fins educacionais: 1) *exercícios de projetos*: o alvo deste é que os estudantes devem aplicar conhecimentos e técnicas já adquiridas para uma proposta acadêmica, em uma área que seja familiar a eles. Esse modelo representa o mais tradicional e usual tipo de PBL; 2) *componente do projeto*: o projeto é mais interdisciplinar, mais aprofundado, mais amplo e relacionado a tópicos da vida real. Os objetivos incluem desenvolver a capacidade de resolução de problemas e de trabalho independente. Frequentemente é ensinada a ementa tradicional paralelo ao projeto; 3) *orientação por projetos*: o currículo é baseado em projetos. Sendo assim, o ensino instrucional é providenciado somente quando há necessidade para o desenvolvimento dos projetos. Esse modelo é muito complexo de ser implementado, devido à necessidade de alterar toda a estrutura acadêmica, incluindo a avaliação. Outra dificuldade de usar esse modelo é a tendência de existir baixa autoeficácia dos professores quando necessitam ministrar aulas diferentes das que já estão acostumados (Parisoto, Oliveira e Fisher, 2014). Por esses motivos, a presente pesquisa se encaixa na segunda categoria.

A Metodologia de Projetos vem ao encontro dos objetivos que se têm por objetivo alcançar, pois valoriza a aprendizagem centrada no aluno. Isso é explícito nas

formas de avaliação que devem ser realizadas pelo professor e pelos alunos em várias etapas (contrato de trabalho, apresentações, relatório final e autoavaliação), relacionando as atividades com a futura profissão do aluno, que no caso é a Engenharia.

Alguns autores (Motschnig-Pitrik e Holzinger, 2002 e Batista, Lavaqui e Salvi, 2008) apontam que o resultado na aprendizagem conceitual, procedimental e de aplicação da ciência, bem como a autoeficácia, é melhor (Krathwohl, 2002) se o conteúdo é anteriormente apresentado à construção dos projetos, de forma indutiva. Para tanto, utilizou-se a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que é composta por oito etapas e visa à Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2002) do conteúdo, e será mais bem detalhada no capítulo 3. Entretanto, cabe aqui perguntar, o que a literatura traz sobre a integração entre um referencial cognitivista (Teoria da Aprendizagem Significativa) e um referencial humanista (Teoria da Aprendizagem Centrada no Estudante)?

Vários artigos (Alorda, Suenaga e Pons, 2011; Bucussi e Ostermann, 2006; Ferrari, et al., 2009) defendem a articulação entre Humanismo e Sociocultural, entretanto, aqui será apresentada a defesa da integração entre o Cognitivism e o Humanismo.

Zompero e Laburú (2010) apontam algumas características pertinentes às atividades de investigação no ensino, às quais se referem à Aprendizagem Significativa, como o engajamento dos estudantes, a emissão de hipóteses, a resolução de problemas, relatando que as duas metodologias são complementares. De acordo com Motschnig-Pitrik e Holzinger (2002), há evidências empíricas de que os alunos que possuem liberdade para aprender, explorando áreas que eles têm interesse pessoal, possuem melhores resultados acadêmicos, desenvolvimento social e pessoal. Como foi mencionado, a principal característica do PBL é a orientação do problema, ou seja, que este serve para dirigir atividades de aprendizagem. O que, de acordo com Dewey (2002) apud Helle, Tynjälä e Olkinuora (2006), é o centro do pensamento científico e refletivo e que deve ser uma das metas da educação, pois aumenta a aprendizagem dos conteúdos em extensão e profundidade (op. cit.), além de estimular a curiosidade dos alunos (Boud and Feletti, 1999 apud Helle, Tynjälä e Olkinuora, 2006).

Do ponto de vista Cognitivista, a Aprendizagem Centrada no Estudante busca desenvolver a habilidade metacognitiva deles, a qual tem se mostrado uma importante contribuição na resolução de problemas. Uma limitação nesses estudos é que para resolver problemas profissionais, é necessário considerável domínio de conhecimento

científico, por essa razão, as pesquisas geralmente têm sido dirigidas por especialistas. A partir dessa perspectiva, a orientação de problemas permite a aquisição de exemplos prévios que podem ser usados para resolver problemas subsequentes similares para o desenvolvimento da especialidade. Esse conhecimento para se tornar mais mecanizado necessita criar modelos mentais automatizados para resolver uma determinada situação, o que é denominado *script* (Martinez, 2010). Para tanto, é necessário que o conhecimento seja aplicado repetitivas vezes no contexto da experiência prática. Então, os estudantes, ao resolverem problemas reais em seus estudos e ao refletirem na ação e sobre a ação, tendem a promover um importante processo de reestruturação do conhecimento para o desenvolvimento da especialidade. Além disso, os alunos tendem a continuar aprendendo, mesmo após o processo formal de ensino haver terminado. Essa habilidade possibilita construir novos conhecimentos na futura área de atuação, resolvendo problemas da vida real em níveis cada vez mais complexos, o que é desejável nas mais diversas profissões, como na Engenharia.

O segundo aspecto que enfatiza a importância na articulação entre humanismo e cognitivismo é a construção de artefatos concretos, que leva os estudantes a pensarem na construção do processo e habilidades interpessoais. Serve também como interação contínua entre os alunos e entre estes e o professor. Então o processo de aprendizagem enquanto preparação do produto é enfatizado. Isso deve servir para reduzir concepções alternativas, possibilitando que os alunos aprendam conceitos que não estudariam no ensino tradicional.

Segundo Rogers (1977), o Método de Projetos tem como objetivo que os alunos construam o conhecimento. Bereiter e Scardamalia (1993, 1996) *apud* Helle, Tynjälä e Olkinuora (2006) definem aprendizagem como uma atividade que é direcionada para melhorar os modelos mentais e suas explicações, fazendo atividades que tenham significado. PBL pode ser descrito envolvendo tanto aprendizagem vertical (acumulação do conhecimento da disciplina) quanto horizontal (habilidades genéricas, como a gestão dos projetos). Para que ambas sejam desenvolvidas, utilizou-se a integração entre a UEPS e a Metodologia de Projetos. A qualidade da aprendizagem é determinada pela extensão que os estudantes têm habilidade para basear sistemas de conhecimento, como, por exemplo, o conhecimento declarativo, e não apenas os conhecimentos procedimentais (Krathwohl, 2002).

A terceira característica é o controle do aprendiz do processo de sua aprendizagem, o que deixa espaço para decisões sobre o ritmo, sequenciamento e

conteúdo real da aprendizagem. Isso fornece oportunidade para os alunos utilizarem sua experiência e conhecimento prévio, o que, segundo Ausubel (2002), “é sozinha a variável mais importante para que ocorra a Aprendizagem Significativa”, que leva os alunos a aprenderem mais facilmente novos conteúdos e estes tendem a permanecerem mais tempo na estrutura cognitiva dos alunos. Essa característica serve não somente para ativar, aplicar e adquirir conceitos e fatos com significado pessoal, mas também para registrar informações experimentais. É diferente do ensino baseado na transmissão do conteúdo que fornece a sensação de falsa segurança e a concentração de esforços cognitivos para a memorização, sem relacionar aos conhecimentos prévios relevantes para o aprendiz, e nem há a necessária elaboração de novas informações.

A quarta característica do Método de Projetos é a necessidade de haver contextualização para que ocorra aprendizagem. Testes cognitivistas também mostram que o contexto é importante. Segundo Martinez (2010), aprender e ser capaz de lembrar o que foi aprendido está associado ao contexto físico e emocional. Para fazer essa afirmação, ele mencionou a pesquisa de Godden e Badelley (1975), na qual foi ensinado pessoas dentro da água e depois foram analisadas as respostas destas dentro e fora deste ambiente. Os resultados mostram que os alunos possuíam melhor escore no mesmo ambiente onde foram ensinados. Também concluíram que se a pessoa aprender em um lugar estressante vai conseguir lembrar melhor da resposta tendo o mesmo sentimento. Se aprender em um lugar tranquilo vai lembrar melhor da resposta em um ambiente calmo e assim sucessivamente. Tal pesquisa se opõe ao senso comum de que um ambiente tranquilo sempre favorece a resolução de testes. Sendo assim, os contextos físicos e emocionais são muito importantes para a aprendizagem e para recuperar as informações da Memória de Longo Prazo (Martinez, 2010), sendo assim o contexto é importante para que haja aprendizagem. Mas, segundo Helle, Tynjälä e Olkinuora (2006), a aprendizagem não é vista apenas como aquisição do conhecimento, mas sim para o aluno tornar-se apto a participar numa comunidade. Portanto os projetos ajudam a desenvolver a aprendizagem em seu sentido mais amplo do que apenas o cognitivo.

A quinta característica do Método de Projetos é seu potencial para usar e criar múltiplas formas de representação. Nos trabalhos modernos cotidianos, a maioria das tarefas requerem interdisciplinaridade e diferentes formas de representação do conhecimento. Alguns estudos mostram como é difícil conectar várias formas de representação (Markmann, 1999; Bruning, Schraw e Norby, 2011). Uma das razões para isso pode ser a de que os estudantes tenham lacunas nos conhecimentos das habituais

formas de representação, tais como o que é um texto e como ele é usado para representar o pensamento disciplinar. Por outro lado, isso pode resultar de modelos mentais mal integrados ou inadequados dos alunos relacionadas com o assunto. Os resultados de Boshuizen e Wiel (1998) apud Helle, Tynjälä e Olkinuora (2006) sugerem que questões podem servir para gerar relações entre diferentes formas de representações. A força do Método de Projeto poderia advir do fato de que ele permite não somente a integração de conhecimentos de diferentes disciplinas, mas também da teoria e da prática. Helle, Tynjälä e Olkinuora (2006) aconselham que se os projetos são devidamente implementados podem servir para facilitar a mudança conceitual e para construir modelos mentais enriquecidos com conhecimento advindo da experiência.

A profissão da Engenharia lida constantemente com incertezas, com dados incompletos, com competição (frequente conflito) e com diversas demandas, tais como dos clientes, governantes, grupos de ambientalistas e do público em geral. Isso requer habilidades nas relações humanas tanto quanto nas competências técnicas. Embora se tente incorporar mais habilidades humanas na base de conhecimento dos alunos e na prática profissional, os engenheiros dos dias de hoje precisam também lidar com mudanças organizacionais contínuas e tecnológicas no trabalho. Em adição, eles precisam lidar com realidades comerciais das práticas das indústrias, tanto quanto com consequências legais de todas as suas decisões profissionais.

Mills e Treagust (2003) resumizam as seguintes críticas feitas ao ensino na Engenharia: 1) pouca relação entre o ensino formal e a indústria; 2) disciplinas não providenciam exemplos suficientes aos estudantes; 3) falta habilidade de comunicação e trabalho em equipe; sendo assim, os programas precisam oferecer mais oportunidades; 4) programas necessitam desenvolver mais consciência nos estudantes sobre os aspectos sociais, ambientais, econômicos e legais que fazem parte da Engenharia; 5) falta relação entre teoria e prática; 6) cursos na Engenharia precisam tornar-se mais centrados nos alunos. A solução proposta por Batista, Lavaqui e Salvi (2008) é a alteração curricular, o que é difícil devido à extensa ementa e problemas burocráticos. Para tanto, aqui é proposta a utilização do Método de Projetos de Rogers (1977) integrado às UEPS.

O ensino de Física que, geralmente, é desvinculado de outras disciplinas e também de contextos que podem lhe dar significado, tem diretrizes estaduais e nacionais que apontam para a necessidade de ser interdisciplinar, contextualizado e considerar as diferenças de aprendizagem entre os alunos. Entretanto, como apontam Campbell e Lubben (2000), a contextualização não é suficiente para os alunos

compreenderem cientificamente questões do cotidiano. Assim, segundo diversos autores, tais como Moreira (2005) e Prain e Waldrip (2006), é necessário que o professor utilize várias estratégias para atingir todos os alunos que aprendem de diversas formas: cinestésica, visual e auditiva. O ensino deve ser feito mediante aulas práticas e teóricas, partindo do que o aluno já sabe, com ênfase na criatividade, ajudando-os a compreender o significado dos conteúdos a eles ensinados e incentivando a pesquisa, ou seja, ensinando-os a aprenderem a aprender.

A partir da experiência docente da presente professora-pesquisadora, percebe-se que muitos professores justificam a utilização do ensino tradicional (aulas expositivas e resoluções de exercícios matemáticos), pois esse método seria mais eficaz para os alunos passarem no vestibular. Entretanto, segundo pesquisa de Schneider et al. (2002), alunos que utilizam projetos em sua aprendizagem, possuem, em média, nota 44 % maior no vestibular do que aqueles que aprendem através do ensino tradicional, o que também justifica a presente pesquisa.

Em muitos países, inclusive no Brasil, há uma grande carência de profissionais na área da Engenharia. De acordo com Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (2015), atualmente se formam aproximadamente 38 mil engenheiros por ano, mas para atender as necessidades do mercado, da Copa de 2014 e das Olimpíadas, esse número precisa chegar a 60 mil na mesma faixa de tempo. Segundo Telles (2012), enquanto nos Estados Unidos, no Japão e na Alemanha há 25 engenheiros para cada 1000 pessoas profissionalmente ativas, no Brasil há apenas seis.

Com o intuito de diminuir essas problemáticas, busca-se, com a presente pesquisa, avaliar uma proposta didática que integre situações de Física aplicadas à Engenharia (Vergnaud, 1993 e Derwey (2002), Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (Moreira, 2011) e o Método de Projetos (Rogers, 1977), de modo que a integração facilite a Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2002), crítica e ativa de conceitos da Termodinâmica, mais especificamente sobre condução, convecção e irradiação. A forma que se optou por fazer isto está detalhada na seção 5.1 Integração entre o Método de Projetos e as UEPS.

Prince (2004), Prince e Felder (2006) e Schneider *et al.* (2002), justificam a integração entre PBL e Aprendizagem Significativa, mostrando através de análise qualitativa e quantitativa que alunos ensinados a partir dessa integração vão melhor em testes do que alunos que são ensinados a partir do método tradicional (aula expositiva seguida de resolução de problemas). Segundo Basey e Francis (2011), os alunos obtêm

melhor escore quando as aulas são baseadas em PBL do que em Problema BL, quando a dificuldade é maior. Quando há baixa dificuldade, os resultados não possuem diferença estatisticamente significativa entre as duas metodologias.

Outro fator relevante é a atual postura do governo de Popularização da Ciência através de ações afirmativas (Lima, Neves e Dagnino, 2008) que, como será visto nos resultados, é facilitada pela proposta e pesquisa aqui apresentada.

1.2 Questões de pesquisa

A partir do contexto, das problemáticas e justificativas apresentadas na seção anterior, guiam a presente pesquisa as seguintes questões, pois segundo Helle, Tynjälä e Olkinuora (2006), faltam pesquisas que definam metas factíveis de serem alcançadas:

1) Como integrar, em uma proposta didática, as situações de Física aplicadas à Engenharia, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas e o Método de Projetos, de modo que a integração facilite a Aprendizagem Significativa de conceitos da Termodinâmica?

2) É significativa a aprendizagem de conceitos de Física, demonstrada pelos alunos, a partir da implementação da proposta?

3) A integração entre situações de Física aplicadas à Engenharia, Unidades de Ensino Potencialmente Significativas e o Método de Projetos é mais facilitadora da Aprendizagem Significativa do que as aulas tradicionais (aulas expositivas seguidas de resoluções de exercícios)?

Segue, no próximo capítulo, a revisão bibliográfica que visa destacar o que foi feito entre 2000 a 2013 na presente área de pesquisa, tendo em vista que a tese foi desenvolvida com base nesses trabalhos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, será apresentada uma revisão concisa da literatura. Inicialmente sobre a UEPS e a segunda seção versará sobre o Método de Projetos, conforme sintetizado na Figura 2.

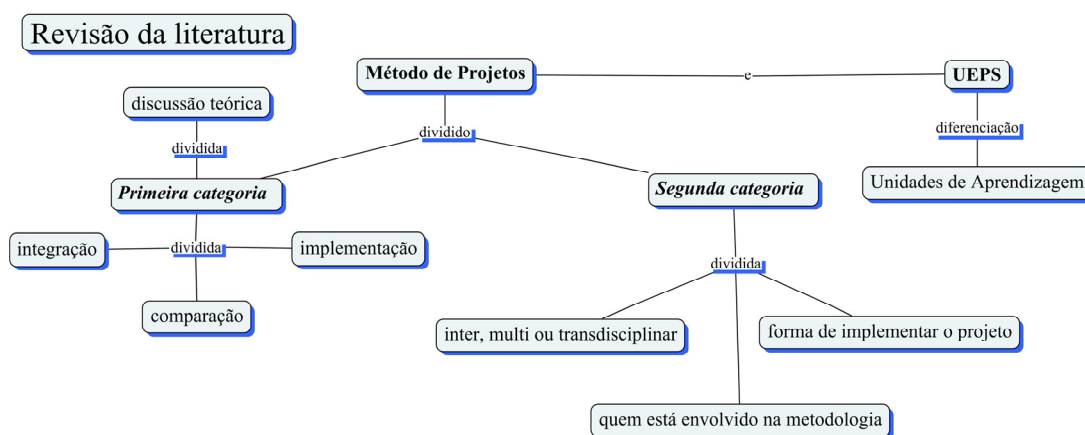


Figura 2: Síntese da revisão da literatura

Os periódicos pesquisados no doutorado são da área de Ensino de Ciências e Matemática da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) qualis A1, A2 e B1, nacionais e internacionais, no período de 2000 a 2013. Esses periódicos são: Ciência e Educação; Physics Education; Science & Education; Science Education; Studies in History and Philosophy of Modern Physics; Enseñanza de las Ciencias; Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias; Historical Studies in the Physical and Biological Sciences; Advances in Physiology Education; Revista Brasileira de Ensino de Física; Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia; Philosophy of Science; Annales de Didactique et de Sciences Cognitives; Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias; Cadernos CEDES; Computers and Education; Investigações em Ensino de Ciências; Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências; Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências; Historical Studies in the Physical and Biological Sciences/ Historical Studies in the Natural Sciences; Revista de Enseñanza de la Física;

Experiências em Ensino de Ciências; Cadernos de Pesquisa; Science, Technology and Society; International Journal of Science Education; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências; Scientiae Studia (USP); SEED Journal. Semiotics, Evolution, Energy, and Development; Science in Context; História, Ciências, Saúde-Manguinhos; The Physics Teacher; American Journal of Physics; Research in Science & Technological Education; Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência; Public Understanding of Science; Journal of Research in Science Teaching; Journal of Science Communication; Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias; Alambique. Além desses periódicos, foram utilizados alguns artigos que eram citados nos demais encontrados nos periódicos supracitados.

Apesar de este trabalho compreender uma boa amostra do que se encontra na literatura, ele de modo algum tencionou ser completo, devendo ser considerado apenas como uma primeira aproximação sobre o tema. Esclarece-se também que não faz parte dos objetivos desta revisão analisar criticamente os artigos encontrados e tampouco esgotar o assunto. Acredita-se que saber para onde estão sendo dirigidos os esforços e como isso vem sendo feito torna-se um conhecimento importante para a presente pesquisa e também para futuras investigações na área, justificando-se assim tal revisão.

2.1 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

Nesta seção, será apresentada, inicialmente, a revisão de literatura relacionada a trabalhos que utilizam a UEPS. Posteriormente, difere-se este método das Unidades de Aprendizagem (UA), amplamente utilizadas no ensino. Esta é um modo de organização curricular que vem sendo praticada por professores da educação básica. Tem por base a educação pela pesquisa (Moraes, Galiazzi e Ramos, 2004 e Demo, 1997) e visa à superação do planejamento linear vigente em grande parte dos atuais currículos e livros didáticos adotados nas escolas.

Destaca-se que nos 41 periódicos pesquisados não havia nenhum artigo que se refere à UEPS, pois o mesmo é uma proposta recente, possuindo apenas quatro anos. Entretanto, procurou-se por artigos, através do *site* Google Acadêmico, utilizando o nome da unidade de ensino. A partir disso, foram encontrados dois artigos apresentados em simpósios e uma dissertação de Mestrado Profissional, desenvolvida na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Dois dos três trabalhos encontrados visam à pesquisa direta (ministrando aula) ou indireta (ministrando cursos para professores) para os quatro primeiros anos do Ensino Fundamental. Um deles foi aplicado no Ensino Médio. Portanto, nenhum deles está no escopo da presente pesquisa que propõe a aplicação da UEPS no Ensino Superior. Na sequência, é exposta uma breve descrição desses trabalhos.

Zaratini *et al.* (2012) possuem como objetivo identificar possíveis concepções de 30 pedagogas formandas sobre a alfabetização científica. Para isso, os autores ministraram um curso de extensão, no qual houve uma aula teórica seguida da construção de um caleidoscópio. Os autores destacaram apenas a construção da atividade experimental, não mencionando como era constituída a UEPS. Depois da construção da atividade, foi feita a seguinte pergunta para os 30 participantes: “qual a sua concepção sobre a importância do Ensino de Ciências Naturais para a alfabetização científica dos alunos?” Os autores transcreveram as respostas de três participantes e não justificaram tal escolha. Concluíram, a partir dos dados coletados, que os participantes percebem mais enfaticamente a importância das atividades experimentais em detrimento das atividades teóricas, sugerindo a necessidade de redução destas.

Pacheco e Damasio (2012), ao aplicarem a UEPS, tinham como objetivo introduzir temas de óptica, como as cores do céu e o arco-íris, para crianças no Ensino Fundamental. Para isso, os autores revisaram livros de óptica, com o intuito de identificar como essa área era abordada nos livros didáticos e quais temas seriam interessantes de serem ensinados no Ensino Fundamental. Posteriormente, foi planejada a aula usando um diagrama V. A partir disso, os autores construíram roteiros que guiaram as aulas, que foram aplicadas em um estudo piloto. Tal estudo se caracterizava por ser um curso de extensão no turno inverso ao período escolar, com seis alunos, de seis a oito anos de idade. A partir de observação, os autores concluíram que a proposta motivou as crianças, pois elas participaram ativamente das atividades.

Griebeler (2012), em sua dissertação, insere conteúdos de Física Quântica no Ensino Médio com a intenção de estimular o interesse e a curiosidade dos alunos. A implementação do trabalho foi realizada em quatro turmas da 3ª série do Ensino Médio. Para buscar indícios de Aprendizagem Significativa, a autora analisou de forma qualitativa os mapas mentais e os mapas conceituais elaborados em duplas e comparou ambos. Também foram analisados os trabalhos livres e os jornais confeccionados pelos alunos em cada turma. Ainda são apresentados alguns comentários de estudantes sobre

seu desenvolvimento na compreensão dos conceitos abordados na proposta. A análise feita, a partir dos dados obtidos, forneceu indícios de Aprendizagem Significativa, que é o objetivo de uma UEPS. Foram apresentados alguns comentários que indicam a boa receptividade e compreensão da proposta, fatores que, segundo a literatura, precisam ser almejados (Júlio e Vaz, 2010 e Batista, Lavaqui e Salvi, 2008) e que, portanto, encorajam novas aplicações. Neste trabalho, diferentemente dos outros dois, identificou-se a utilização de todos os passos das UEPS. Destaca-se assim que não é toda sequência em ensino que é uma UEPS.

A principal diferença entre a UEPS e a Unidade de Aprendizagem (UA) é que enquanto a primeira possui cada passo fundamentado em teorias de aprendizagem, epistemologicamente e metodologicamente, a segunda utiliza basicamente uma abordagem sociocultural de aprendizagem e desenvolvimento, na qual a linguagem é utilizada como ferramenta cultural de mediação semiótica. A UEPS também é mais sistemática do que a UA, enquanto a primeira é composta de oito passos, a UA não possui uma sequência pré-estabelecida. Por esses motivos optou-se pela utilização da UEPS e não da UA. Entretanto, ambas são modos diferenciados de planejar, organizar e realizar atividades na sala de aula, pois envolvem atividades estrategicamente selecionadas, valorizando o conhecimento inicial dos alunos e possibilitando a compreensão do fenômeno estudado, com vistas à complexificação do conhecimento.

A Tabela 1 sintetiza as diferenças e semelhanças entre a UA e a UEPS.

Tabela 1: Diferenças e semelhanças entre as UA e as UEPS

	UEPS	UA
Diferenças	1) Objetivo: facilitar a Aprendizagem Significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental; 2) Não inclui obrigatoriamente a pesquisa, mas não a exclui, ela pode ser uma das estratégias de ensino. A UEPS inclui todos os processos necessários para a confecção de uma pesquisa (uso de diversos materiais, questionamento e processos de comunicação); 3) Promoção do diálogo para haver possibilidade de negociação de significados; 4) Se fundamenta não apenas na abordagem sociocultural, cujo representante é Vygotsky, mas também nas teorias de aprendizagem de Ausubel, Gowin, Johnson-Laird e Novak; 5) Não menciona a preocupação com o desenvolvimento de competências.	1) Objetivo: superar o planejamento sequencial e linear de conteúdos; 2) Obrigatoriamente integra pesquisa, com o objetivo de tornar professor e aluno reflexivos, capacidade necessária e intrínseca à autonomia. Segundo Rebello e Ramos (2009), salientam que quanto maior for a pesquisa na sala de aula maior será a capacidade de crítica, criação, discussão, escrita, argumentação, debate, questionamento e comunicação desenvolvida pelos participantes; 3) Promoção do diálogo com o objetivo de reconstruir os argumentos dos participantes e comunicar os resultados, para divulgá-los e validá-los no grupo; 4) Se fundamenta na abordagem sociocultural de aprendizagem e

	UEPS	UA
		desenvolvimento, tendo como um dos autores Vygostsky; 5) Busca o desenvolvimento de competências argumentativas.
Semelhanças	<ul style="list-style-type: none"> • Valorização do conhecimento dos alunos com vistas à sua reconstrução, complexificação, diferenciação e estabilidade; • Visam a Aprendizagem Significativa que se caracteriza pela interação entre o conhecimento novo e o prévio; • Utilização de atividades diversificadas; • Promoção de diálogo, questionamentos e valorização dos erros; • Ambas são modos diferenciados de planejar, organizar e realizar atividades na sala de aula, pois envolvem atividades estrategicamente selecionadas, valorizando o conhecimento inicial dos alunos e possibilitando a compreensão do fenômeno estudado; • Professor se caracteriza por ser reflexivo da própria prática; • São modos diferenciados de planejar, organizar e realizar atividades na sala de aula; • Envolvem atividades estrategicamente selecionadas; • Os conhecimentos precisam ser diferenciados. 	

2.2 Método de Projetos

O Método de Projetos¹ favorece ao pensamento crítico, a autoaprendizagem e a autoavaliação, inclusive levando os alunos a possuírem conhecimentos conceituais, procedimentais, de aplicação e atitudinais com mais profundidade e extensão, favorecendo a permanência desses conhecimentos por mais tempo na estrutura cognitiva dos alunos (Ausubel, 2002; Becerra-Labra, Gras-Martí e Torregrosa, 2012; Parisoto, Moreira e Kilian, 2014). Tendo em vista essas características, considerou-se oportuna uma revisão da literatura a respeito desse assunto.

Como se pode ver na Figura 3, as pesquisas relacionadas à Metodologia de Projetos foram reduzidas ao longo do tempo. Se somados os artigos em periódicos nacionais e internacionais nos sete primeiros anos pesquisados, há 26 artigos e, nos últimos anos, somaram-se 22 artigos. Ao observar a Figura 4, pode-se notar que são

¹¹ O Método de Projetos é caracterizado, de forma geral, pelo seu aspecto integrador, interdisciplinar, por ser uma atividade monitorada, o que implica uma necessidade de clareza quanto aos critérios de avaliação. Essa atividade, sendo de natureza colaborativa, promove, por sua vez, o desenvolvimento de várias habilidades: sociais (trabalho em grupo, negociação); relacionadas ao aprender a aprender (questionar, escutar, analisar e argumentar), à metacognição (planejamento, condução e avaliação do projeto), e aos próprios processos cognitivos (tomar decisões, pensamento crítico, classificação, reconhecimento, compreensão da realidade, etc.).

poucos os trabalhos sobre este tema em periódicos nacionais, o que aponta para a necessidade de se implementar estudos mais aprofundados sobre essa área.

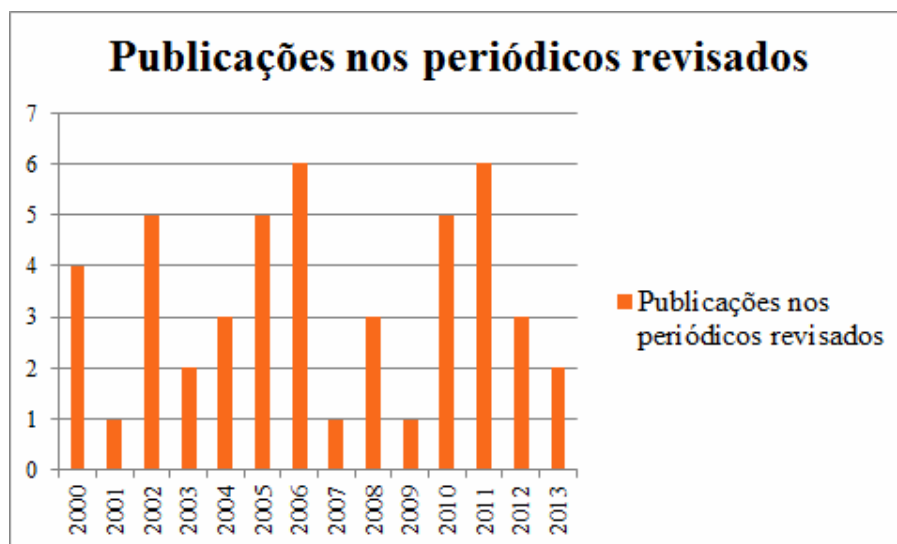


Figura 3: Relação dos artigos encontrados em periódicos nos últimos quatorze anos.

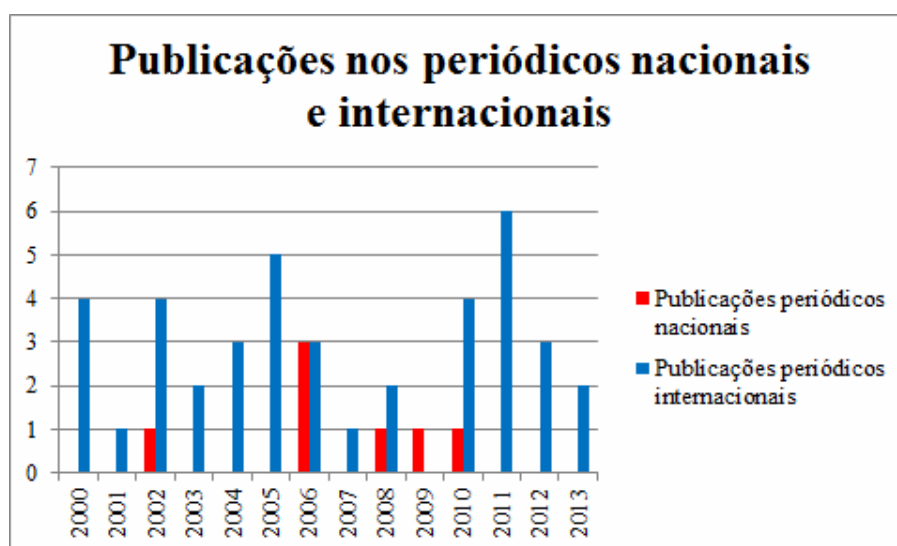


Figura 4: Relação dos artigos encontrados em periódicos nacionais e internacionais nos últimos quatorze anos.

Inicialmente, procurou-se nos periódicos supracitados artigos que se relacionassem com Métodos de Investigação, Método de Projetos, Carl Rogers e Project Based Learning. Posteriormente, de acordo com as instruções de Bardin (2011), categorizaram-se os artigos em duas categorias. A primeira delas é dividida em quatro subcategorias: formas de implementação da proposta, comparação do Método de Projetos com outras metodologias, integração do Método de Projetos com outras metodologias e artigos que enfatizam discussão teórica. A segunda categoria foi

dividida em três subcategorias para distinguir as formas de implementação dos Métodos de Projetos ou Métodos de Investigação, contidos nos artigos encontrados na revisão de literatura. A primeira identifica se o projeto caracteriza-se por ser interdisciplinar, transdisciplinar ou multidisciplinar. A segunda refere-se a quem está envolvido na metodologia: 1) somente os alunos são instigados a fazer os projetos; 2) apenas as aulas dos professores estão envolvidas em projetos; 3) tanto a aula do professor quanto as atividades dos alunos envolvem projetos. A terceira versa sobre a forma de implementar o projeto, que pode ser individualmente, por sugestão da Escola de forma fragmentada ou coletivamente (Cattai e Penteadó, 2009).

Por fim, discute-se se há uma polissemia entre o Método de Investigação e o Método de Projetos, enfatizando que na presente pesquisa foi utilizado o Método de Projetos proposto por Rogers (1977), como justificado no capítulo INTRODUÇÃO.

2.2.1 Primeira categorização dos artigos

As tabelas 2, 3 e 4 apresentam as principais informações de cada artigo, que correspondem aos autores, ano de publicação, a síntese do projeto desenvolvido, a metodologia utilizada e os resultados alcançados a partir da implementação dos projetos.

2.2.1.1 Formas de implementar o Método de Projetos

Na tabela 2 há a descrição dos artigos os quais implementam a Metodologia de Projetos.

Tabela 2: Formas de implementar o Método de Projetos.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Pesquisa/ Ensino	RESULTADOS
(1) Chang e Lee (2010)	PBL em Inglês, Geografia e Informática no Ensino Médio.	Grupo de Controle: aulas expositivas Grupo Experimental: participação em projetos.	Os alunos aprendem mais e melhor quando envolvidos em PBL; Desenvolvem habilidades: respeito, interação, comunicação e organização.
(2) Heo, Lim e Kim (2010)	A qualidade da interação online durante a implementação do PBL no curso de Tecnologia Educacional da Coreia.	Análise de conteúdos através da ferramenta Social Network Analises.	Identificaram nos projetos mais bem avaliados que os membros: I) compartilham informações; II) identificam as áreas de divergência e clarificam as metas e estratégias; III) conduzem a negociação.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Pesquisa/ Ensino	RESULTADOS
(3) Sahin (2011)	Implementação de algoritmo para construir grupos que desenvolvem projetos nos cursos de Engenharia.	Durante cinco semestres o pesquisador comparou os resultados dos grupos nos quais seus componentes foram escolhidos com o programa, quando foi dada liberdade aos alunos para escolherem e quando os integrantes do grupo foram escolhidos aleatoriamente.	- O algoritmo foi melhor, em termos da nota do projeto, do que as demais alternativas de escolha dos componentes do grupo; - As mulheres apresentaram mais sucesso na negociação e nas entrevistas com os clientes. Homens tiveram mais sucesso na execução dos projetos e na construção de diagramas.
(4) Planinšič (2007)	Inserção de projetos na disciplina Física Experimental do Curso de Licenciatura em Física.	O modelo da disciplina foi constituído de cinco etapas: 1) seleção de projetos; 2) divisão das tarefas; 3) identificação de restrições no projeto (tempo, mão de obra); 4) orientação dos alunos na execução dos projetos; 5) relatório final de atividades.	- Essa modificação no laboratório auxiliou que futuros professores adquirissem determinadas habilidades (crítica, pesquisa, argumentação, escrita e oratória); - Os alunos aprenderam na prática como ministrar aulas no laboratório utilizando projetos.
(5) Parisoto, Oliveira e Fisher (2014)	Utilização de PBL na disciplina denominada Laboratório de Ensino de Ciências para o curso de Licenciatura em Matemática.	A disciplina foi constituída das seguintes etapas: formação de equipes pelos alunos; escolhas de projetos; assinatura de um contrato de trabalho; construção do projeto de pesquisa; reuniões e avaliações periódicas; apresentação final dos projetos; análise qualitativa dos resultados por três professores de Física.	- Tal metodologia encoraja os alunos a terem mais responsabilidade sobre sua própria aprendizagem; - Houve aumento na criticidade, metacognição, autoeficácia, responsabilidade social, aprendizagem procedimental e de aplicação; - Lacunas no conhecimento conceitual.
(6) Salas- Morera et. al (2013).	Implementação de Software denominado PpcProject para gestão de projetos.	Foi utilizado PBL em duas turmas da Engenharia de Software, na disciplina Gestão de Projetos. Utilizaram o software MS Project no grupo de controle e o software PpcProject no grupo experimental. Os programas visam auxiliar os alunos a desenvolverem projetos.	O Ppc Project mostrou-se mais útil do que Ms-Project tanto em termos de usabilidade quanto de desempenho dos estudantes.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Pesquisa/ Ensino	RESULTADOS
(7) Kohnle et. al (2012)	Utilização de projetos em laboratório de cursos de Pré-Física.	Apresentam-se problemas aos alunos do curso para serem trabalhados no laboratório de Física.	<ul style="list-style-type: none"> - Os projetos são oportunidades para os alunos aplicarem conhecimentos e habilidades científicas; - Os grupos devem ser formados por até quatro alunos; - Escolha cuidadosa de tópicos que se relacionem à Física, de modo que esses motivem os alunos e que eles os vejam como situações-problema; - Há a necessidade de esclarecer como se constroem os projetos e desenvolver um planejamento para relacionar o conhecimento à prática; - Os resultados são melhores se são utilizados equipamentos familiares aos alunos.
(8) Raine e Collet (2003)	Implementação de PBL na graduação em Astrofísica.	Comparar três exemplos de implementação de PBL nos programas de graduação em Astrofísica	<ul style="list-style-type: none"> - Os problemas precisam ser escolhidos pelos alunos e não impostos; - O elemento competitivo pode ser estimulante quando funciona e depressivo quando não; - É importante discutir o papel de cada componente do grupo, enfatizando o trabalho em equipe; - Deve-se valorizar o conhecimento prévio.
(9) Kolstoe (2000)	Apresenta um modelo de ensino que incentiva os alunos a tomarem decisões conscientes, avaliando resultados, o que o autor chama de projetos consensuais.	Étapas: 1) professor e alunos decidem qual problema deve ser estudado; 2) dividem-no em problemas menores; 3) cada grupo fica com um deles; 4) apresentam o que pesquisaram. Há um grupo denominado “ <i>lay group</i> ” que tem por objetivo resumir os resultados e buscar uma resposta ao problema original; 5) apresentação dos resultados a partir de jornal e blog.	O debate, a crítica e a avaliação desempenham papéis importantes na construção de conhecimentos.
(10) Gaigher, Rogan e Braun (2007).	Utiliza aproximação conceitual para responder problemas de Física.	Os autores aplicaram a proposta para 189 alunos de 16 escolas do sul da África, focando no desenvolvimento conceitual.	Os estudantes expostos a estratégias de resolver problemas demonstraram melhor entendimento conceitual da Física.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Pesquisa/ Ensino	RESULTADOS
(11) Aznar e Orcajo (2005)	Ensino de genética através da resolução de problemas abertos.	As autoras discutem a experiência dos estudantes no processo de resolução de problemas: análise de problemas, formulação de hipóteses, desenho e estratégia da solução e análise dos resultados.	1 - os estudantes avançam para níveis mais complexos de resolução metodológica e verbalização de variáveis; 2- Há uma evolução na resolução de problemas (estatisticamente significativa) para os seguintes tipos de problemas: herança Mendeliana, herança não-Mendeliana, herança de características adquiridas; 3) estudantes são capazes de transferir a metodologia aprendida entre diferentes tipos de problemas genéticos; 4) esta metodologia é estatisticamente melhor se comparada à aprendizagem, em relação ao método tradicional (exposição do conteúdo e posterior aplicação de problemas fechados).
(12) Campbell e Lubben (2000)	A utilização de um ensino contextualizado ajuda os estudantes a atribuir sentido às situações do dia-a-dia, não apenas no sentido físico, mas também social e econômico?	Para responderem a questão de pesquisa proposta, solicitaram a uma turma, que possuía o ensino contextualizado, para responderem testes conceituais.	- Para que haja aumento da efetividade do ensino contextualizado para lidar com situações cotidianas, os autores sugerem que haja uma ligação direta entre a Escola e a Comunidade. - Há necessidade de trazer situações problemáticas do cotidiano dos alunos para que eles busquem resolvê-las.
(13) Espíndola e Moreira (2006b)	Utilizam projetos didáticos na perspectiva de Frota-Pessoa, iniciando com a identificação dos conhecimentos prévios, visando a reformulação dos conteúdos para se atingir a aprendizagem significativa.	- Identificação de conhecimentos prévios; - Escolha de um tema gerador; - Organização de grupos; - Seleção de fontes de pesquisa; - Indicação e explicação, pelo professor, de conceitos físicos relacionados aos textos. - Apresentação dos resultados da pesquisa.	A proposta motiva os alunos e facilita a aprendizagem significativa.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Pesquisa/ Ensino	RESULTADOS
(14) Borges e Caldeira (2009)	A importância da contextualização através de um trabalho multidisciplinar, tendo como elemento norteador o tema energia e suas relações com o ambiente e a sociedade, a partir do tema gerador cana-de-açúcar.	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração do projeto pelos professores; - Aplicação dos projetos no Ensino Médio; - Abordagem dos professores a assuntos relacionados com um tema gerador escolhido; - Análise dos textos produzidos pelos alunos a partir do tema gerador. 	Os autores concluíram que os alunos conseguem articular conceitos de disciplinas diferentes e que vêm importância na integração entre elas.
(15) Stern e Roseman (2004)	Os autores fazem análise do currículo da nona série do Ensino Fundamental para fornecer apoio ao padrão nacional de aprendizagem, sobre transformação de matéria e energia em ecossistemas específicos, em documentos nacionais.	<ul style="list-style-type: none"> - Busca de uma variedade de materiais curriculares; - Análise do material coletado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Em geral, esses materiais não consideram os conhecimentos prévios dos alunos; - Os materiais carecem de representações para clarificar ideias abstratas.
(16) Venville <i>et al.</i> (2008)	Visando à integração curricular, exploram as ligações entre o contexto em sala de aula, a integração de projetos de ciências e a consequente aprendizagem dos alunos.	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de projeto em uma disciplina específica; - Elaboração de um projeto a partir de um tema multidisciplinar. 	- Projetos similares em turmas diferentes produzem resultados diversos e igualmente válidos.
(17) Schneider <i>et al.</i> (2002)	Comparação de resultados da aprendizagem entre alunos que participam de projeto e alunos submetidos a aulas na metodologia tradicional.	<ul style="list-style-type: none"> - O Grupo de Controle possuía aulas expositivas, seguidas de resolução de exercícios; - No Grupo Experimental, os alunos pesquisavam para desenvolverem os projetos. 	Os resultados mostram que os alunos que foram ensinados, a partir do desenvolvimento de projetos, tiveram, em média, 44% melhores notas do que os alunos ensinados a partir do método tradicional.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Pesquisa/ Ensino	RESULTADOS
(18) Moje <i>et al.</i> (2001)	Integração entre linguagem, alfabetização e discurso em projetos baseados na ciência.	Público alvo – alunos da sétima série: 1) o professor faz questões que envolvem conteúdos significativos, ancorados em problemas do mundo real; 2) criação e investigação de artefatos que guiam os estudantes para aplicar conceitos, representar o conhecimento; 3) os alunos recebem <i>feedbacks</i> ; 4) há colaboração entre os estudantes, professores e comunidade; 5) uso da literatura e ferramentas tecnológicas.	Incentiva os alunos a responderem questões sobre qualidade, tais respostas mostram que há múltiplos discursos. Sendo assim, a leitura do mesmo texto gera discursos diferentes em situações diferentes, ou na mesma situação por alunos diferentes. Os autores também encontraram indícios de que os alunos não integravam discursos científicos ou conhecimentos aprendidos pelos projetos aos discursos do dia-a-dia e nem agregavam valor ao conhecimento. Para desenvolver a integração entre linguagem, alfabetização e discurso em projetos baseados na ciência, os autores sugerem: 1) ensinar a partir dos conhecimentos prévios dos alunos; 2) desenvolver a consciência dos alunos de que há vários discursos e conhecimentos; 3) conectar conhecimentos e discursos do senso comum aos científicos; 4) negociar o conhecimento de ambos.
(19) Rivet e Krajcik (2004)	- Público alvo – alunos da sexta série; -Problema apresentado aos alunos: como as máquinas auxiliam a construir coisas grandes?	- 4 anos de pesquisa, 24 professores e 2500 alunos participantes; - Uso de pré-testes e pós-testes.	- Os resultados ilustram que materiais contextualizados geram aprendizagem e apoiam a pesquisa dos estudantes. Essa contextualização serve como aporte para que ocorra uma reforma escolar, que por sua vez promove aprendizagem de conteúdos que fazem parte do currículo.
(20) Júlio e Vaz (2010)	Alunos de Ensino Médio fazendo atividades de investigação científica.	- os alunos investigavam o movimento das estrelas, procurando fazer descobertas, comunicá-las com objetividade e discuti-las com outros colegas.	- Os impulsos emocionais (ansiedade por uma nova descoberta ou angústia diante das dificuldades) levaram os estudantes a se desviarem das tarefas de aprendizagem. - O sucesso desse tipo de atividade depende de os alunos acreditarem que irão se beneficiar do trabalho colaborativo. - Os grupos não trabalham de maneira colaborativa quando: eles não entendem a tarefa; ela é vaga ou difícil demais; o professor toma decisões pelo grupo.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Pesquisa/ Ensino	RESULTADOS
(21) Batista, Lavaqui e Salvi (2008)	Proposta pedagógica interdisciplinar no ensino de ciências e Matemática no Ensino Médio.	1) identificar conteúdos que podem originar projetos; 2) planejamentos anuais da disciplina; 3) diagnóstico do contexto educativo; 4) previsão de implementação dos projetos; 5) escolha do tema; 6) determinação das questões centrais e estratégias de trabalho; 7) sistematização e apresentação; 8) divulgação e avaliação de resultados. As atividades de 1 a 4 são feitas pelos professores, as restantes pelos alunos.	Algumas dificuldades encontradas: - Entendimento dos alunos em relação ao trabalho; - Organização do tempo escolar por parte dos professores; Conclusão: - A interdisciplinaridade propicia a implementação de propostas e supera problemas relativos à formação de professores e à estrutura escolar.
(22) Chen e Teng (2011)	Constrõem e avaliam uma ferramenta computacional que visa facilitar a construção de projetos pelos alunos da Engenharia.	Os professores inicialmente construíram o Meetings-Flow Project Collaboration System (MFS), fizeram a validação e utilização do sistema em sala de aula. Os alunos seguiram as seguintes etapas: criar um projeto, desenvolvimento do projeto online (cada passo do desenvolvimento do projeto fica gravada no programa MFS).	A ferramenta computacional denominada MFS facilita o trabalho em equipe, a avaliação do processo e a divisão de tarefas, além de melhorar a atitude dos estudantes frente aos projetos.
(23) Domínguez e Jaime (2010).	Este artigo apresenta um método que integra aprendizagem baseada em projetos e técnicas de gerenciamento de projetos, o qual é implementado em um curso presencial na Engenharia.	Foi utilizado um estudo quase-experimental, nos quais foram analisados os resultados de cinco anos letivos. Nos três primeiros anos, as aulas foram baseadas no ensino tradicional e um sistema de gerenciamento de curso foi utilizado como fornecedor de material. O método ativo foi introduzido nos últimos dois anos e conviveu com o método tradicional.	O sistema de gerenciamento de projetos simplifica a gestão de inúmeros documentos utilizados no desenvolvimento dos projetos, na descrição e programação de tarefas, na identificação das equipes, bem como atende as necessidades de comunicação entre os desenvolvedores do projeto. Os alunos que aprenderam a partir da aprendizagem ativa obtiveram melhores resultados do que aqueles que aprenderam a partir do método tradicional. Além disso, a utilização do método em um subgrupo influenciou positivamente todo o grupo.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Pesquisa/ Ensino	RESULTADOS
(24) Gedik e Hanci-Karademirci (2012)	Desenvolvem um software para celular que facilita a aprendizagem baseada em projetos. Este foi implementado para 14 alunos do terceiro ano do Ensino Médio, na disciplina de Biologia.	O software foi utilizado como fonte de dados, para respostas, <i>feedback</i> do professor e discussão entre os alunos. Ao final das aulas, os alunos responderam a um questionário que buscava coletar dados que foram analisados qualitativamente e quantitativamente.	Os autores identificaram que há maior motivação e praticidade com os alunos usando o próprio celular. Os alunos com dificuldades buscam ajuda dos outros, servindo assim para estimular a interação entre os pares. Identificaram os seguintes problemas na implementação: diferenças entre os celulares, esse método precisa de mais tempo do que método tradicional de ensino. Nesse método, a comunicação entre todos os participantes é indispensável.
(25) Lin <i>et al.</i> (2013)	Os autores elaboram uma proposta que envolve uma atividade de PBL, utilizando o facebook como suporte para discussão online dos estudantes. A estratégia foi implementada para 62 alunos do curso de Artes na Universidade no Norte de Taiwan.	A análise dos dados foi feita a partir da adaptação da Taxonomia de Bloom.	Os autores apresentam as seguintes sugestões de como aplicar PBL utilizando o Facebook: 1) selecionar questões dirigidas ou tópicos polêmicos para o desenvolvimento dos projetos; 2) permitir amplo tempo para discussão online, a falta deste pode ser a razão para a falta de diversidade de conhecimento, profundidade e desenvolvimento do processo cognitivo; 3) providenciar uma estrutura para discussão online; 4) prestar atenção nos efeitos que as diferenças individuais podem exercer nas interações dos aprendizes. Mulheres e pessoas mais velhas tendem a discutir outros tópicos, portanto os resultados são melhores quando mistura-se alunos com características diferentes. Portanto, o professor que guia as discussões online e ministra as aulas deve considerar as características dos aprendizes e suas diferenças individuais. Incorporar o facebook possui essencialmente um valor social, como uma ferramenta para a aprendizagem colaborativa, promovendo a diversidade de conhecimento, interação intensiva e pensamento de alta ordem nas discussões online.
(26) Winnie (2010)	Possui por objetivo examinar o significado das representações em vídeos produzidos por alunos no Ensino Médio, como parte de um projeto de pesquisa não escrito.	Os alunos deveriam investigar um problema e apresentar como produto final um vídeo que sintetiza os resultados encontrados. Foram analisados o vídeo, a autoavaliação e a entrevista feita com os alunos.	O autor encontrou cinco graus de instrução de representações: texto, ação, narração, cinematografia e acústica e três tipos de significados das representações: drama, documentário e história em foto.

Analisando a Tabela 2, verifica-se que apenas alguns poucos trabalhos envolviam estudos comparativos com utilização de grupos de controle e experimental (1 e 17) e tais trabalhos demonstraram que os grupos que utilizaram o método PBL apresentaram melhores resultados de aprendizagem do que os grupos submetidos ao método tradicional. Além disso, constatou-se o desenvolvimento de habilidades relacionadas à investigação científica nos primeiros grupos.

Apenas um grupo (19) desenvolveu pesquisa com utilização de pré-testes e pós-testes num universo relativamente grande (24 professores e 2500 alunos), focalizando-se na questão da contextualização da aprendizagem no ensino fundamental.

Dois trabalhos (10 e 11) se dedicaram especificamente à resolução de problemas (de Física e Biologia), sugeridos pelos professores, focando a atenção ao desenvolvimento conceitual.

Seis trabalhos que utilizaram ferramentas computacionais (2, 3, 6, 22, 29 e 25), tanto no Ensino Médio quanto no Superior, demonstraram que a facilidade de compartilhamento de informações e da organização do trabalho em equipe, no ambiente virtual, auxilia a aprendizagem colaborativa.

Sete trabalhos (4, 5, 9, 13, 14, 18 e 21) demonstraram um nível de estruturação diferenciado (escolhas do problema, formação de grupos, construção do projeto, divisão de tarefas, avaliação dos trabalhos pelos tutores e alunos, apresentação de resultados). Com exceção de dois destes (14 e 18), todas essas etapas foram embasadas na atividade dos alunos incluindo a escolha do problema de pesquisa. Os conhecimentos prévios foram valorizados, e os resultados alcançados demonstraram que, com a utilização da metodologia, propiciou-se o desenvolvimento de determinadas habilidades (aprendizagem procedimental, autoeficácia, criticidade, capacidade de autoavaliação), da interdisciplinaridade e da aprendizagem significativa dos conteúdos abordados.

Os demais trabalhos (12, 15, 16, 20, 23 e 26) apresentaram uma maior dificuldade de categorização, pois se detiveram a questões como gerenciamento de projetos na Engenharia (23), utilização de metodologias (12 e 26) ou análise de currículo (15), bem como à análise de aspectos psicológicos dos alunos (20), não fazendo maiores observações a respeito dos resultados relativos à aprendizagem.

Sabe-se que o modelo PBL, como bem caracteriza Barrows (1996), é um modelo de aprendizagem centrado no aluno, guiado - não ensinado - por tutores (professores) na resolução de um problema, que se constitui em um estímulo para a aprendizagem autogerida e a obtenção de novos conhecimentos e habilidades. No

entanto, algumas iniciativas, acima comentadas, parecem demonstrar que ainda há uma grande resistência por parte dos organizadores/idealizadores dos projetos a que os alunos participem da eleição dos problemas de pesquisa e uma tendência, não generalizada, a minimizar a importância dos conteúdos prévios desses alunos na aprendizagem dos novos conteúdos.

2.2.1.2 Comparação do Método de Projetos com outros métodos de ensino

Na tabela 3 há a descrição dos artigos os quais compara o Método de Projetos com outros métodos de ensino.

Tabela 3: Comparação do Método de Projetos com outros métodos de ensino.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Ensino/ Pesquisa	RESULTADOS
(27) Basey e Francis (2011)	Dois tipos de pesquisas em laboratório: guiadas e baseadas em projetos.	Objetivo: examinar a atitude dos estudantes quando ensinados a partir de dois métodos. Público: 1000 estudantes da Licenciatura em Biologia. Aspectos observados: excitação, dificuldade encontrada e eficiência.	- As atitudes dos estudantes no laboratório dependem mais de aspectos específicos da experiência do que do estilo do laboratório; - Quando houve baixa dificuldade nas tarefas não houve diferença nos escores com os dois métodos. Já quando a dificuldade foi maior, os alunos da pesquisa guiada apresentaram notas melhores.
(28) Shreeve (2008)	Panorama dos componentes-chaves do Project Based Learning (PBL), da Teoria da Aprendizagem Experimental (ELT) e da Investigação Apreciativa (AI) para melhorar a aprendizagem no Ensino Básico e no Ensino Superior.	Revisão da literatura.	PBL: os alunos necessitam resolver um determinado problema, gerando ao final um produto. ELT: é definido como o processo por meio do qual o conhecimento é criado através da experiência. Investigação Apreciativa foca na imagem mental e visual empregando quatro fases conhecidas como descoberta, sonho, projeto e destino. Como há diferentes alterações dos modelos originalmente propostos, é difícil compará-los. Faltam pesquisas que analisem alterações no modelo híbrido.
(29) Bucussi e Ostermann (2006)	Ensino do conceito de energia através de: projetos; Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS); histórico.	Discutem, a partir da revisão bibliográfica, os resultados de duas propostas curriculares de introdução ao conceito de energia. Almeja-se uma mudança curricular, estabelecendo diálogo entre as variáveis do planejamento curricular.	Os autores concluem que este conteúdo deve ser apresentado, em suas várias dimensões, não apenas na mecânica, mas ao longo de todo o Ensino Médio, através de distintos métodos de ensino.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Ensino/ Pesquisa	RESULTADOS
(30) Mills e Treagust (2003)	Os autores examinam as diferenças entre a aprendizagem baseada em problemas e baseada em projetos.	A partir de revisão bibliográfica, discutem alguns exemplos de onde os métodos têm sido usados e a relevância de cada um deles para o ensino na Engenharia.	Ambos os métodos têm fases, começam por um problema, requerem um alto nível de iniciativa, são abertos em relação aos resultados; a reflexão é importante, e os trabalhos são realizados em grupo. - A aprendizagem baseada em projetos é o melhor caminho para satisfazer a indústria, os estudantes e os professores sem sacrificar o conhecimento fundamental dos engenheiros. - A profissão do engenheiro é mais familiar com o conceito de projetos na prática profissional do que a aprendizagem baseada em problema. Portanto, aquela é mais adotada e adaptada aos cursos da Engenharia. Os projetos são usualmente tecnológicos e de longa duração e geram um produto final.
(31) Perrenet et al (2000)	Diferenças entre Aprendizagem Baseada em Problemas (ABProb) e a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABProj).	Revisão bibliográfica.	- Projetos são mais próximos da realidade e demandam mais tempo; - ABProj é direcionada à aplicação de conhecimentos; - ABProb é direcionada a aquisição de conhecimentos; - ABProj é usualmente acompanhada por uma disciplina; - Na ABProj, a organização do tempo e das tarefas são importantes; - A autodireção é mais intensa na ABProj.

Quando se fez a comparação em experiências de aprendizagem baseadas em problemas e em projetos (30 e 31), verificou-se que a segunda é mais adequada à aplicação de conhecimentos práticos, nos cursos de Engenharia, por exemplo, e possibilita uma melhor organização do tempo. Já a primeira é mais adequada à aquisição de novos conhecimentos.

Quando se comparou a pesquisa baseada em projetos com outros tipos de pesquisas como a guiada em laboratório (27), teoria da atividade experimental e investigação apreciativa (28), os resultados foram inconclusivos, principalmente numa situação de baixa dificuldade, ou seja, de normalidade.

2.2.1.3 Integração Método de Projetos com outros referenciais

Na tabela 4 há a descrição dos artigos os quais integram a Metodologia de Projetos com outros referenciais.

Tabela 4: Integração do Método de Projetos com outros referenciais.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Ensino/ Pesquisa	RESULTADOS
(32) Ardaiz-Villanueva <i>et al.</i> (2011)	Proposta implementada no 3º ano da Engenharia da Computação durante 15 semanas. Os autores visavam: - validar a efetividade das ferramentas adotadas; - avaliar o clima criado pela implementação de uma proposta que integra PBL, “Think Actively in a Social Context (TASC)”, a Wikideas e os Conectores de Criatividade. A utilização de Wikideas visa à discussão de ideias online, produção da avaliação, facilidade comunicação, análise e acesso da informação, limitando o número de ideias que podem ser observadas e discutidas por cada participante, o que também não é usual nas ferramentas que apoiam os grupos.	Implementação das oito fases da TASC integrado a wikideas e as ferramentas dos conectores de criatividade.	a) se há muita informação, geralmente há perda de concentração, o que interfere na geração de ideias próprias; b) membros que inicialmente ajudam intensamente tendem a diminuir tais esforços para haver equivalência com os colegas. Ao considerar esse aspecto, é interessante que os grupos sejam homogêneos; c) grupos com interesses similares possuem melhor rendimento; d) grupos com maiores taxas de criatividade e afinidades têm melhores notas.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Ensino/ Pesquisa	RESULTADOS
(33) Motschnig-Pitrik e Holzinger (2002)	Proposta de integração entre o ensino centrado no aluno de acordo com Rogers (2002) e a aprendizagem centrada no estudante a partir de ferramentas computacionais (eLearning).	Proposta aplicada para 31 alunos na graduação em Medicina. O computador fornece informações, suporta a cooperação de pequenos grupos e a troca de conhecimentos e habilidades. A aprendizagem centrada no estudante tende a tornar o conteúdo mais significativo e fornece condições para interações empáticas, abertas e transparentes dentro do grupo.	Benefícios: - proporciona uma escolha mais rica de material; - internet utilizada como fonte de aprendizagem; - compartilhamento entre aprendizagem social e pessoal; - conhecimento construído presencialmente e à distância; - estudantes respeitados e compreendidos são mais abertos e cooperativos; - aprendizagem mesmo após o término do processo de ensino.
(34) Derntl e Motsching-Pitrik (2005)	Recursos computacionais na abordagem centrada na pessoa para melhorar o processo de aprendizagem.	Integração implementada em quatro turmas do curso de Engenharia da Web. Essa integração denominada pelos autores de modelo BLESS é composta por seis fases: 1) aprender base teórica e didática; 2) selecionar ferramentas tecnológicas para suportar o processo de aprendizagem; 3) modelizar sequência de atividades de acordo com diagramas; 4) discutir e apresentar o projeto; 5) construir uma plataforma de aprendizagem (hipertexto, multimídia); 6) implementar plataforma.	- O modelo criado somente tem agregado valor quando facilitado por educadores com alta habilidade interpessoal e acompanhado por tecnologia fácil de usar. - A proposta aumenta a motivação, melhora efetivamente a aprendizagem, avança em conhecimentos tecnológicos e facilita a comunicação.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Ensino/ Pesquisa	RESULTADOS
(35) Kinnunen e Malmi(2005)	Versão modificada do Problem Based Learning, menos tutoriada e que pode ser implementada em larga escala.	Proposta aplicada na disciplina de Introdução à Programação, durante sete anos. Discutem razões para as diferenças nos grupos de trabalho e fornecem sugestões para intervenção, que podem ajudar os grupos a trabalharem melhor com a metodologia.	1) Os estudantes gostam de estudar em grupos; 2) participam ativamente quando ensinados a partir da metodologia; 3) grupos com dificuldade de interação, intolerância ao erro e com falta de habilidades geram problemas difíceis de serem resolvidos por eles mesmos. É necessário identificar esses grupos logo no início. Recomendações: Planejamento cuidadoso dos encontros, distribuição das tarefas na primeira reunião, estabelecimento de regras de trabalho. O professor precisa conhecer sobre a dinâmica do grupo; é necessária participação de um instrutor com conhecimento do processo e composição homogênea de grupos.
(36) Zompero e Laburú (2010) e Matos (2009)	Integração da Metodologia de Investigação (MI) com a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS).	Ambas as propostas visam que os alunos aprendam significativamente os conhecimentos apresentados a eles.	A principal diferença entre os dois trabalhos é que enquanto o primeiro é apenas teórico, o segundo foi aplicado para a educação ambiental de alunos da sétima e oitava série do Ensino Fundamental.
(37) Zompero e Laburú (2010)	Através da integração entre Metodologia de Investigação (MI) e a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS), estabelecer uma aproximação entre ambas.	Revisão da literatura.	Os resultados obtidos apontam algumas características pertinentes às atividades de investigação no ensino, as quais se referem à Aprendizagem Significativa, como o engajamento do estudante, a emissão de hipóteses, a resolução de problemas, relatando que as duas metodologias são complementares.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Ensino/ Pesquisa	RESULTADOS
(38) Matos (2009)	Integração da Metodologia de Investigação (MI) ou Metodologia de Projetos com a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS).	Implementação da proposta para o ensino de Ciências no contexto da Educação Ambiental, para alunos da sétima e oitava série do Ensino Fundamental. A proposta foi composta por seis passos: 1) professor divulgou tema que seria trabalhado; 2) alunos escolheram subtemas; 3) problematização; 4) pesquisa, sistematização e produção; 5) divulgação dos resultados; 6) avaliação, incluindo autoavaliação.	Resultados demonstraram que a metodologia empregada foi eficiente para que ocorresse a aprendizagem significativa nos alunos. Não foram identificados pontos divergentes entre a Metodologia de Projetos e a Teoria da Aprendizagem Significativa. Aspectos semelhantes entre as duas metodologias apresentadas: engajamento dos estudantes, emissão de hipóteses, avaliação da aprendizagem, resolução de problemas, compreensão do constructo científico, socialização do resultado.
(39) Cordero (2002)	Descreve uma metodologia denominada de Taller de Enseñanza de Física (TEF), a qual utiliza atividades de investigação.	Proposta aplicada na disciplina de Física Geral para estudantes de bacharelado em Biología e Geología. Os alunos podiam escolher entre a modalidade convencional (MC) ou a TEF. A MC é composta por aulas teóricas e experimentais, provas escritas e exame final oral. Já na TEF, as aulas teóricas e experimentais são integradas, são utilizadas diversas avaliações e discutidas com os alunos; estes podem optar por fazer atividades de investigação de três tipos: investigação criativa, de aplicação ou de extensão.	Apresenta-se a descrição de uma metodologia de ensino denominada TEF. Percebe-se que na TEF não há a mesma ênfase na investigação como no trabalho de Zompero e Laburú (2010), os quais propõem uma integração entre TAS e a MI. Cordero (2002) utiliza a investigação de maneira secundária, sendo eletiva e consta apenas como parte de uma das avaliações.
(40) Souza e Bastos (2006)	Trabalhos de Ensino, Investigação e Aprendizagem (TEIA), favorecendo a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).	Os autores apresentam uma sequência de passos para resolver problemas: - A partir de diálogo, identificam possíveis conhecimentos prévios; - Parte-se para conhecimentos da ciência e da tecnologia; - Propõe-se então a complexificação do conhecimento.	- A aprendizagem em ciências envolve três categorias: conceitual, metodológica e atitudinal; - As resoluções de problemas devem ser trabalhadas em conjunto com atividades experimentais e teoria. - Os problemas devem ser abertos, o que potencializa a compreensão do problema.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Ensino/ Pesquisa	RESULTADOS
(41) Nehring <i>et al.</i> (2002)	Atividades de modelização na compreensão do conhecimento científico.	Passos: - Propor problema; - Instigar a formulação de hipóteses; - Identificação das leis que regem a situação; - Análise da validade do problema proposto; - Identificação dos temas/ assuntos relevantes; - Identificação de ações a serem realizadas e de especialistas a serem consultados; - Atividade prática baseada no projeto; - Aprofundamento e síntese da pesquisa.	Segundo Nehring <i>et al.</i> (2002), estimular os alunos a buscarem respostas para problemas formulados deve ser um dos objetivos da Escola, pois muitas vezes não há especialistas que possam auxiliá-los e, portanto, eles precisam ser autônomos.
(42) Duso e Borges (2009)	Descrição de um projeto interdisciplinar aplicado na segunda série do Ensino Médio e Técnico sobre mudanças climáticas.	- Construção de mapa conceitual, com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos; - Trabalhou-se o tema escolhido pelos professores com os alunos; - Levantamento de dados; - Organização de um dossiê; - Coleta de depoimentos; - Debate a partir do filme “Uma Verdade Inconveniente”; - Socialização dos resultados na escola e na Câmara dos Vereadores.	Os resultados forneceram indícios de aprendizagem significativa.
(43) Aranzabal <i>et al.</i> (2011)	Implementação da estratégia de resolução de problemas na investigação guiada, visando desenvolver tal habilidade na disciplina de Física I da Engenharia.	A atividade tinha como objetivo identificar se há evidências de melhora na resolução de problemas em alunos envolvidos numa investigação científica. Foi ensinado em duas turmas, uma a partir de aulas baseadas no ensino tradicional (controle) e outra seguindo as seguintes etapas (experimental): elaboração de um problema e de uma hipótese; resolução deste problema através dos professores e alunos.	Neste estudo, se apresentam evidências de que o ensino baseado na resolução de problemas permite que a maioria dos estudantes desenvolvam habilidades relacionadas com as metodologias científicas e interpretem cientificamente os conceitos e leis envolvidas nos problemas físicos.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Ensino/ Pesquisa	RESULTADOS
(44) Fortus <i>et al.</i> (2005)	Utilização de projetos para construir e transferir conhecimentos científicos para a resolução de problemas do mundo real.	- Utilização de um pré-teste e um pós-teste, com questões diferentes, pois uma forma de buscar indícios de Aprendizagem Significativa, segundo Ausubel, é verificar se os alunos conseguem resolver problemas completamente novos. O projeto (Design Based Science) possui as seguintes etapas: - Contextualização; - Busca de informações relacionadas ao projeto; - Resolução de problemas em pequenos grupos; - Construção de um artefato (maquete, moldura) relativo ao projeto; - Validação da resposta pelo professor e alunos.	As respostas ao pré-teste e pós-teste apresentaram diferenças significativas, o que fornece indícios de Aprendizagem Significativa.
(45) Ferrari, Angotti e Tragtenberg (2009)	Construção, implementação e avaliação de um material didático sobre Caos em Sistemas Dinâmicos a partir da pesquisa-ação na Educação à Distância da UFRGS em 2007.	Utilização dos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti - a problematização inicial, organização e aplicação do conhecimento. Etapas: elaboração de minicursos para identificar interesses e sugestões; desenvolvimento e avaliação de conhecimentos específicos da Teoria do Caos através do computador e fazendo-se uso de entrevistas semiestruturadas.	A inserção de temas contemporâneos na formação de professores, mediada por tecnologia, deve ter caráter problematizador.

ARTIGO	PROJETO	METODOLOGIA: Ensino/ Pesquisa	RESULTADOS
(46) Alorda, Suenaga e Pons (2011)	Desenvolveram e avaliaram uma disciplina de microprocessamento no curso da Engenharia de Telecomunicações, combinando três métodos: Atividades de Aprendizagem Autodirigidas (SDLA), Atividade de Competição entre os Grupos (CnBL), e Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL). Objetivo: reduzir a alta taxa de repetência, utilizando a integração entre esses três métodos para favorecer que os alunos construam robôs.	Antes da aula, os alunos faziam leitura de materiais, exercícios (Atividades de Aprendizagem Autodirigidas). Durante a aula construam o projeto a partir do PBL e por último faziam a atividade de competição final entre os grupos.	Os autores encontraram que a integração entre os métodos melhoram a motivação e a aprendizagem dos estudantes e consequentemente a taxa de aprovação.
(47) Motschnig- Pitrik e Derntl (2002)	Integram aprendizagem centrada no estudante e elementos da aprendizagem virtual (eLearning). A integração entre os dois é denominada SCeL. Implementam tal proposta na disciplina de Web-Design, na Engenharia.	A plataforma foi utilizada para providenciar material e para facilitar a comunicação entre os estudantes, que tinham autonomia para escolherem o tópico do projeto e para desenvolvê-lo. Todas essas fases se davam com auxílio de um instrutor.	A plataforma enriqueceu a aprendizagem centrada no estudante. Os resultados são melhores se os instrutores suportam a comunicação individual e ajudam a manter dados na plataforma. Os estudantes podem aprender não apenas de seus projetos, mas das contribuições de seus pares.

Os artigos que descrevem pesquisas que procuravam integrar o Método de Projetos com a Teoria da Aprendizagem Significativa (36, 37 e 38) concluíram que ambas as iniciativas demonstraram resultados de aprendizagem significativa e que tais metodologias são complementares. Esses autores não identificaram pontos de divergência entre a MI e a TAS. Pode-se ver no Quadro 1 os pontos em que há convergência entre a MI e a TAS de acordo com os autores.

Quadro 1: Semelhanças entre a Teoria da Aprendizagem Significativa e a Metodologia de Investigação

Semelhança entre a Teoria da Aprendizagem Significativa e a Metodologia de Investigação
<i>Engajamento dos estudantes</i> , pois para que ocorra a Aprendizagem Significativa, os alunos precisam ter a intenção. Há também a <i>emissão de hipóteses</i> para um problema, no qual os alunos não saibam a resposta, sendo provável que ocorra a identificação dos possíveis conhecimentos prévios dos alunos, bem como a possibilidade de que as atividades investigativas proporcionam aos estudantes a reorganização de seus

Semelhança entre a Teoria da Aprendizagem Significativa e a Metodologia de Investigação
--

<p>conhecimentos na estrutura cognitiva, ao terem contato com novas fontes de informações; para isso também pode ser aplicado um questionário prévio. Na TAS, é importante que ocorra a <i>avaliação da aprendizagem</i>, o que na MI pode ser feito através da confecção e apresentação do trabalho final, na elaboração de artigos e roteiros; a sua produção também permite aos alunos a divulgação dos resultados encontrados. A <i>resolução de problemas</i> inerente a MI, para os quais os estudantes deverão mobilizar conhecimentos da experiência adquirida. Dependendo do problema, este pode proporcionar o desenvolvimento do pensamento crítico nos alunos, possibilitando-os a aplicar seus conhecimentos em novas situações, sendo este um dos pressupostos da TAS. Através da MI e da TAS, pode-se compreender <i>como se constrói a ciência</i>, identificando que não há o método científico e percebendo o caráter político, social e histórico que a envolve; ambas enfatizam a importância da <i>socialização do conhecimento</i> que ocorre a partir da linguagem.</p>
--

Observou-se, em alguns trabalhos, que embora se busque uma metodologia inovadora e que a escola deva estimular os alunos a terem autonomia (47) na busca de respostas para problemas de pesquisa (40), que atividades como essas levam a uma aprendizagem significativa (38), em algumas iniciativas (41 e 42) os temas dos projetos foram escolhidos pelos professores e não pelos alunos (41). Isso aponta para uma provável contradição interna no projeto desenvolvido, pois se estes (os alunos) são capazes de levantar dados, coletar depoimentos, socializar resultados e outras atividades semelhantes, por que não seriam capazes de escolher o próprio tema e problema de pesquisa?

Outros trabalhos relacionados à Integração do Método de Projetos com outros referenciais a partir de algumas ferramentas computacionais indicaram que: quando há uma homogeneização dos grupos, depois de identificá-los a partir de um planejamento cuidadoso (35), os resultados da aprendizagem são melhores (32); que essa aprendizagem, num processo de respeito e cooperação entre pares, é duradoura (33), mas para isso é necessário que os educadores/tutores além do domínio da tecnologia, estejam efetivamente presentes no ambiente virtual (46), tenham habilidades interpessoais, o que provoca um aumento na motivação e conseqüente melhora na aprendizagem (34).

Embora algumas iniciativas no Ensino Superior tenham utilizado o Método de Projetos de maneira secundária (39), outras quais, no entanto, ao comparar grupos (de controle e experimental) que trabalharam o mesmo conteúdo em aulas tradicionais e de pesquisa, mostram indicativos que no segundo grupo houve o desenvolvimento de habilidades necessárias a pesquisa, tais como problematização, organização e aplicação do conhecimento. No entanto, para que isso aconteça satisfatoriamente, temas contemporâneos, mediados pela tecnologia, devem ser inseridos no processo, e a integração entre métodos diferentes melhora a motivação e a aprendizagem (46).

De tudo o que foi comentado, fica claro que a integração entre métodos diferentes, quando ocorre de forma coerente e articulada, traz bons resultados para a aprendizagem, seja ela no Ensino Fundamental, Médio ou Superior.

2.2.1.4 *Discussão teórica*

O'Neil e McMahon (2005) discutem as formas que a aprendizagem centrada no estudante (ACE) é definida, sugerem alguns caminhos que esta pode ser usada como um princípio organizacional de ensino e práticas de avaliação, exploram a efetividade da metodologia e por último apresentam algumas críticas. Segundo Kember (1977) *apud* O'Neil e McMahon (2005), há duas amplas orientações no ensino, a concepção centrada no professor e a centrada no aluno. O autor defende a utilização da última, na qual os alunos escolhem o que, como e por que estudar um determinado assunto. Assim, tais alunos possuem autoridade sobre a situação, o que os leva a serem seguros, enfatizando a capacidade de pensar e aprenderem por si mesmos, ou seja, a ênfase está no que os alunos fazem e não nas realizações do professor.

Para Gibbs (1995) *apud* O'Neil e McMahon (2005), a ACE considera o conhecimento prévio, o processo e a competência ao invés do conteúdo, o que aprender é decidido através da negociação entre professor e aluno. De acordo com Brandes e Ginnis (1986) *apud* O'Neil e McMahon (2005) e Rogers (1977) na ACE: 1) o estudante tem inteira responsabilidade por sua aprendizagem; 2) envolvimento e participação são necessários; 3) a relação entre os aprendizes é mais igualitária do que na aprendizagem centrada no professor, tendendo a promover crescimento e desenvolvimento; 4) o professor torna-se um facilitador, uma fonte de recursos; 5) a experiência do aprendiz influencia na sua educação; 6) afetividade e domínio cognitivo não são dissociáveis; 7) os aprendizes percebem a si mesmos como um resultado da experiência da aprendizagem. Já na aprendizagem centrada no professor, os alunos têm baixa possibilidade de escolha e poder.

As seguintes implicações para o currículo são apontadas pelos autores: 1) Modularização, nesse sistema os alunos podem escolher as disciplinas que vão fazer. Donnelly and Fitzmaurice (2005) *apud* O'Neil e McMahon (2005) apontam a importância dos alunos não escolherem os assuntos no início do curso e terem aporte de aulas teóricas, devido à dificuldade que possuem na escolha e o perigo de diminuição do desenvolvimento da aprendizagem social. Isso pode levar a perda de poder por parte dos

alunos; 2) o professor busca desenvolver nos alunos competências e não conteúdos. Os autores apontam quatro implicações para a ACE: 1) estudantes mais ativos na aquisição do conhecimento; 2) alunos tendem a se tornarem mais conscientes do que e porque estão fazendo algo; 3) os professores focam na interação, com o uso de tutoriais e outros grupos de discussão; 4) o foco das aulas é o desenvolvimento de habilidades. Op cit. mostram também que ACE apresenta as seguintes dificuldades na avaliação em relação ao Método Tradicional de ensino: 1) neste, as notas são exageradamente utilizadas, enquanto conselho e processo de aprendizagem é pouco enfatizado, como os alunos estão acostumados com isso há resistência; 2) estudantes são comparados uns aos outros, enfatizando competição e não melhora pessoal, por isso é importante a autoavaliação e negociação do processo de avaliação. A avaliação deve ser formativa (*feedbacks*, notas ao longo do ano, autoavaliação e avaliação dos pares), pois esta encoraja um ensino mais centrado nos estudantes.

Os autores apresentam as seguintes críticas à ACE: 1) a aprendizagem individual pode ser prejudicial quando o professor não considera as necessidades de toda a turma, não ensinando princípios gerais pedagógicos e de ensino; 2) se os alunos não possuem conhecimentos mínimos semelhantes terão dificuldades de compartilhar conhecimentos; 3) resistência à metodologia, devido, principalmente à baixa eficácia (alunos saem de sua zona de conforto), além disso, poucos conhecem a ACE. Segundo pesquisa realizada por Lea *et al.* (2003) *apud* O'Neil e McMahon (2005) num curso de Psicologia que continha 48 estudantes, apenas 40% destes já tinham ouvido sobre falar ACE. À medida que os estudantes interagem com a metodologia há diminuição da resistência. Os autores destacam os seguintes pontos positivos na ACE: 1) Lea *et al.* (2003) *apud* O'Neil e McMahon (2005) que ACE globalmente é uma aproximação efetiva; 2) Lonka e Ahola (1995) *apud* O'Neil e McMahon (2005) encontraram, em turmas do sexto ano do Ensino Médio, indícios de que quem aprende a partir da ACE, o fazem mais lentamente, mas desenvolvem mais habilidades e conhecimentos mais aprofundados; 3) Hall e Saunders (1997) *apud* O'Neil e McMahon (2005) identificaram aumento na participação, motivação e notas no primeiro ano do Ensino Tecnológico.

Helle, Tynjälä e Olkinuora (2006) exploram em seu artigo quais são os motivos pedagógicos e psicológicos que suportam a implementação do PBL, como ele tem sido implementado e qual o impacto na aprendizagem no ensino pós-secundarista. O estudo é baseado na revisão qualitativa de artigos publicados, realizado por mais do que um pesquisador, diminuindo assim problemas de interpretação e subjetividade, o que

também foi feito no presente trabalho. A maioria dos artigos foca na descrição da implementação de cursos individuais, que é importante para iluminar a pesquisa e a prática, mas há necessidade de pesquisas teóricas e bem fundamentadas, pois estas praticamente não existem. Em adição, o termo PBL possui diferentes atividades nas quais são bem vindas à descrição detalhada do curso contendo, como por exemplo: tempo, detalhes necessários para impacto da proposta, custo-benefício, tamanho da classe, materiais necessários e outras despesas para que a proposta possa ser reproduzida e sejam contextualizados seus resultados.

Praticantes e desenvolvedores de currículos são encorajados para refletir sobre a proposta e as possibilidades de implementar PBL a partir de um conjunto claro e realístico de metas, pois frequentemente essas são múltiplas, mas não é factível se concentrar em tantas. Muitos autores colocam metas gerais e pobremente contextualizadas. Os autores defendem três tópicos relacionados às metas: 1) importância das especificidades, como por exemplo, colocar como meta desenvolver habilidade de comunicação, mas esta pode ser dividida em várias outras, como capacidade de realizar entrevistas, de dar más notícias; 2) haver congruência entre metas estabelecidas e atividades nos quais os alunos estão engajados; 3) o terceiro tópico relacionado às metas é a avaliação. Mesmo se os objetivos específicos forem escolhidos, há a questão de quem deve fazer a avaliação; esta deve ser feita de três formas: autoavaliação, avaliação dos pares e avaliação do instrutor, visto que as avaliações devem ser recursivas. Porém, ficam algumas perguntas: 1) em quais evidências a nota deve ser baseada?; 2) como cada avaliação tem peso na nota final? Sintetizando, os autores destacam que faltam trabalhos na área que detalhem a proposta, que sejam bem fundamentados e que definam metas factíveis de serem alcançadas.

Prince (2004) define aprendizagem ativa como qualquer método institucional que engaje os estudantes no processo de aprendizagem, no qual estes façam atividades que os levem à aprendizagem significativa e que os faz pensar no que estão fazendo. O autor define três formas de aprendizagem ativa: a aprendizagem colaborativa, cooperativa e a PBL. A primeira pode se referir a qualquer método instrucional no qual os estudantes trabalhem juntos, em pequenos grupos, a partir de uma meta em comum, engloba todos os métodos instrucionais baseados em grupo. A aprendizagem cooperativa é definida como um grupo estruturado de trabalho, em que os estudantes almejam metas comuns enquanto são avaliados individualmente. O foco é na cooperação e não na competição para promover a aprendizagem.

O PBL inicia com problemas relevantes que são introduzidos ou elaborados pelos alunos, que servem para fornecer a eles contexto e motivação para a aprendizagem. PBL é sempre ativa e geralmente colaborativa e cooperativa, tipicamente envolve uma quantidade significativa de autoaprendizagem por parte dos estudantes. O autor destaca os seguintes problemas comuns encontrados na literatura a respeito da aprendizagem ativa: 1) o que está sendo estudado? Norma e Schmidt (2000) *apud* Prince (2004) destacam que o fato dos estudantes trabalharem em pequenos grupos têm efeitos positivos nos resultados acadêmicos, enquanto autoaprendizagem tem um leve efeito negativo nesses resultados; 2) o que funciona? Há problemas na análise dos dados, tanto utilizando metodologia qualitativas quanto quantitativas. O autor chegou as seguintes conclusões: 1) o benefício do engajamento dos estudantes é unânime na literatura; 2) estudantes lembram mais o conteúdo se atividades curtas são utilizadas, contrastando com a tendência de ensinar tanto conteúdo quanto possível; 3) a literatura sugere que um meio cooperativo e colaborativo produz melhores resultados que um ensino competitivo; 4) uma disciplina não deve ser inteiramente baseada em equipes, como identificado na disciplina de Springer *et al.* (1999) *apud* Prince (2004) e também não se deve desconsiderar as responsabilidades individuais na aprendizagem cooperativa; 5) as universidades que utilizam ensino não tradicional promovem mais realização acadêmica e atitudes positivas dos estudantes; 6) PBL apresenta o método mais difícil de analisar, porque inclui uma variedade de atividades; 7) dependendo da ênfase e da forma de implementação, os resultados do PBL são melhores; 8) PBL pouco provável que melhora as notas dos alunos, mas muito provável que melhora as atitudes dos estudantes e hábitos de estudo; 9) se os alunos são ensinados de acordo com o PBL, estes retêm o conteúdo por mais tempo, aumentam o pensamento crítico e a habilidade de resolver problemas, especialmente se o PBL é acoplado com instrução implícitas dessas habilidades; 10) ensino não pode ser feito apenas a partir da aprendizagem ativa, mas o instrutor precisa ter claro quais são esses métodos, quais são os critérios para escolher um e não outro, e as vantagens e desvantagens de cada um.

Carvalho (2006) classifica a atuação do professor e dos alunos em diferentes níveis de envolvimento com a atividade investigativa e propõe uma escala para estudar o que chama de graus de liberdade, oferecido pelos professores aos estudantes. Essa escala é apresentada na Tabela 5, no qual P indica professor e A aluno. No grau I, não há atividades investigativas, depois elas iniciam e são ampliadas até o grau V, que representa pesquisas realizadas prioritariamente no nível acadêmico (mestrado e

doutorado). Neste nível, o aluno, em conjunto com o professor, determina o problema a ser pesquisado; sem auxílio, elabora as hipóteses, o plano de trabalho, obtém os resultados e em conjunto com o professor e de acordo com pesquisas já desenvolvidas (sociedade) formulam conclusões. A ordem na qual aparece o aluno (A) e o professor (P) indica o papel de quem está em destaque, por exemplo, na etapa V, o aluno é o maior responsável por elaborar o problema que será investigado.

Tabela 5: Graus de liberdade professor/aluno nas atividades investigativas.

Fonte: Carvalho (2006).

GRAU	I	II	III	IV	V
Problema	-	P	P	P	A/P
Hipóteses	-	P/A	P/A	P/A	A
Plano de trabalho	-	P/A	A/P	A	A
Obtenção dos dados	-	A/P	A	A	A
Conclusão	-	A/P/ Classe	A/P/ Classe	A/P/ Classe	A/P/ Sociedade

Prince e Felder (2006) têm por objetivo definir os métodos de ensino e aprendizagem indutivos comparando com os métodos de pesquisa dedutivos. Concluem que em geral métodos indutivos são mais efetivos do que os métodos dedutivos, ou pelo menos têm a mesma efetividade para atingir uma ampla gama de resultados de aprendizagem. No método dedutivo, mais utilizado no ensino, parte-se do conteúdo propriamente dito para por último mostrar exemplificações, já no método indutivo tópicos, observações, estudo de caso, problemas são introduzidos e apenas quando os alunos sentem necessidade as teorias são ensinadas.

Dentre os métodos indutivos, op cit. (2006) destacam a Aprendizagem por Investigação, o Problem BL, PBL, Ensino Baseado em Caso, Aprendizagem por Descoberta, Just-in-Time-Teaching, os autores mencionam que dependendo dos objetivos, um desses métodos deve ser escolhido. A Aprendizagem por Investigação é a mais simples, pois é fornecido roteiro aos alunos e os problemas são mais fechados, pode ser utilizado num estado inicial. Problem BL é, segundo os autores, o mais complexo e difícil de ser implementado dos métodos contidos nesse artigo, pois envolve a resolução de um problema autêntico, o qual necessita de conhecimentos e habilidades específicas, demora tempo para os alunos elaborarem e resolverem o problema. Problem BL também requer considerável habilidade dos instrutores para trabalharem com

questões e problemas não familiares a eles e lidar com problemas interpessoais que geralmente ocorrem em trabalhos em grupos, além de possuir domínio do conteúdo. Também é recomendado que os instrutores tenham, pelo menos, dois semestres de experiência com aprendizagem cooperativa em ensino mais tradicional. É desejável que os estudantes e os instrutores adquiriram experiência em métodos indutivos a partir dos mais simples aos mais complexos. Os instrutores também devem antecipar que os alunos apresentarão resistência aos métodos indutivos e devem ter consciência de estratégias efetivas para reduzi-las (Felder e Brent, 2001; Oakley, *et al.*, 2004; Smith *et al.*, 2005; Felder e Brent, 1996). Problem BL desenvolve as habilidades profissionais dos estudantes, tais com trabalho em equipe, ser autodidata, integrar matérias curriculares, para quem tem esses objetivos, o Problem BL deve ser adotado.

Project Based Learning também denominado de Problema Híbrido e Aproximação Baseada em Problemas é recomendado em cursos de Engenharia e para cursos que lidam com o desenvolvimento de processos e produtos e em aulas de laboratório. Os projetos devem ser autênticos e serem dirigidos para os objetivos de aprendizagem do instrutor. Este deve facilitar a aprendizagem de habilidades para trabalharem em grupos e manter todos responsáveis pelo projeto. PBL é composto de atividades abertas e é pouco dirigido, em outras palavras é mais estruturado do que o Problem BL. Ensino Baseado em Caso deve ser utilizado quando os objetivos incluem tomadas de decisões em situações autênticas e complexas, para compreender responsabilidades éticas e profissionais, tópicos atuais ou habilidades, a fim de perceber soluções na Engenharia no contexto social e global. Sendo assim, deve preparar os estudantes para tomarem decisões, levando em conta aspectos técnicos, econômicos, sociais e psicológicos, confrontando dilemas éticos. Just-Time-Teaching deve ser usado quando: 1) o instrutor deseja que alunos mantenham-se atualizados nas leituras e trabalhos da disciplina; 2) um software é disponível para uso da postagem dos alunos e para realização de trabalhos online. O professor deve possuir bastante conhecimento sobre o tema e flexibilidade para alterar/construir suas aulas de acordo com as respostas dos alunos. Para tanto, é necessário mais tempo de preparação do que nas aulas tradicionais. Os autores não recomendam, nos cursos de Engenharia, a Aprendizagem por Descoberta, que possui pouca ou nenhuma instrução dos instrutores.

Cattai e Penteadó (2009) tinham como objetivo categorizar as formas de trabalhar com projetos de 10 professores de Matemática e a relação dessa iniciativa com a formação deles. Para tanto, aplicaram uma entrevista com esses professores que

trabalhavam no Ensino Fundamental e Médio. Concluíram que há três formas de utilizar projetos: I) individualmente ou por iniciativa própria, utilizando um ou vários temas por turma; II) por sugestão da Escola, todas as disciplinas trabalham com o mesmo tema, sem integração; III) coletivamente. Não há indícios que a formação inicial dos professores os levou a trabalharem com projetos. Esse preparo foi construído ao longo de suas carreiras, através de cursos de formação continuada, da experiência e das inferências de suas características.

A pesquisa de Crawford (2000) tinha por objetivo identificar quais são as crenças e práticas de um professor de Biologia, do Ensino Médio, que desenvolveu e ministrou, com sucesso, aulas baseadas em pesquisa. Tal professor desenvolveu e implementou uma proposta de ensino, a qual possuía as seguintes etapas, em ordem cronológica: 1) questões iniciais; 2) reunir fontes de dados; 3) fornecer instruções; 4) ajudar os alunos a planejarem e a fazerem coleta de dados; 5) ensinar a analisá-los sistematicamente; 6) encorajar os alunos a fazerem perguntas e inferências iniciais; 7) observar e criticar o escrito em artigos científicos; 8) preparar uma apresentação final do encontrado pelos estudantes, para uma junta de revisão, composta por cientistas e outros cidadãos. O autor concluiu que para desenvolver aulas baseadas em pesquisas, a sala de aula necessita possuir as seguintes características: 1) ensino a partir de problemas reais; 2) rigorosidade com os dados; 3) colaboração dos estudantes e do professor; 4) conexão com a sociedade; 5) professor possuir o comportamento de um cientista; 6) desenvolver, no aluno, a capacidade de aprender a aprender; 7) acreditar no trabalho dos estudantes. A partir de entrevista feita aos alunos, o pesquisador concluiu que a maioria deles valoriza a ligação dos projetos com a comunidade e com a sociedade. Os alunos criticam a implementação da proposta em dois pontos: a) muitas atividades em pouco tempo; b) complexidade do trabalho.

2.2.2 Segunda categorização dos artigos

Foram criadas duas subcategorias para distinguir as formas de implementação dos Métodos de Projetos ou Métodos de Investigação, contidos nos artigos encontrados na revisão de literatura e na presente pesquisa. Utilizou-se, como terceira categoria, a forma de implementar os projetos, proposta por Cattai e Penteadó (2009).

A primeira identifica se o projeto caracteriza-se por ser interdisciplinar, transdisciplinar ou multidisciplinar (Klein, 1990), os artigos podem possuir mais de uma dessas categorias. A segunda refere-se a quem está envolvido na metodologia 1) somente os alunos são instigados a fazer projetos; 2) apenas as aulas dos professores estão envolvidas em projetos; 3) tanto a aula do professor quanto as atividades dos alunos envolvem projetos. A terceira versa sobre a forma de implementar o projeto, que pode ser individualmente, por sugestão da Escola de forma fragmentada ou coletivamente.

Para Rogers (1977), o Método de Projetos pode ser implementado em diversos níveis. Entretanto, é desejável que se aproxime da transdisciplinariedade, ser usado pelos professores e também alunos e ser construída e implementada coletivamente no ambiente escolar.

Na Tabela 6, há as características dos Métodos de Projetos ou dos Métodos de Investigação contidas nos artigos não teóricos encontrados na presente revisão de literatura.

Tabela 6: Características dos Métodos de Projetos ou dos Métodos de Investigação contidas nos artigos encontrados na revisão de literatura.

Referência	Características do Método de Projetos ou do Método de Investigação ²
1. Parisoto, Moreira e Dröse (2014).	<p>³Quanto à disciplinaridade: <u>Interdisciplinar</u>, transdisciplinar, multidisciplinar. Quanto ao sujeito que compõem o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>. Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
2. Nehring et al (2002).	<p>Quanto à disciplinaridade: <u>Interdisciplinar</u>, transdisciplinar, multidisciplinar. Quanto ao sujeito que compõem o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>. Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>

² Como foi visto anteriormente, as pesquisas desses autores, não diferem entre Método de Projetos e Métodos de Investigação; entretanto há características que os distinguem de outros métodos.

³ As palavras sublinhadas caracterizam os artigos.

Referência	Características do Método de Projetos ou do Método de Investigação ²
3. Ferrari, Angotti, e Tragtenberg (2009).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, transdisciplinar, <u>multidisciplinar</u>.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõem o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): Individualmente; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>
4. Souza e Bastos (2006).	<p>Quanto à disciplinaridade: <u>Interdisciplinar</u>, transdisciplinar, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõem o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
5. Cattai e Penteado (2009).	<p>Quanto à disciplinaridade: <u>Interdisciplinar</u>, transdisciplinar, <u>multidisciplinar</u>.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõem o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>
6. Bucussi e Ostermann (2006).	<p>Quanto à disciplinaridade: <u>Interdisciplinar</u>, transdisciplinar, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: Aluno, <u>professor</u>, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
7. Espíndola e Moreira (2006b).	<p>Quanto à disciplinaridade: <u>Interdisciplinar</u>, transdisciplinar, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
8. Duso e Borges (2009).	<p>Quanto à disciplinaridade: <u>Interdisciplinar</u>, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõem o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): Individualmente; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>
9. Borges e Caldeira (2009).	<p>Quanto à disciplinaridade: <u>Interdisciplinar</u>, transdisciplinar, <u>multidisciplinar</u>.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõem o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): Individualmente; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>

Referência	Características do Método de Projetos ou do Método de Investigação ²
10. Matos (2009).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
11. Kolstoe (2000).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõem o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
12. Aranzabal <i>et al.</i> (2011).	<p>Quanto à disciplinaridade: <u>Interdisciplinar</u>, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
13. Fortus <i>et al.</i> (2005).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
14. Gaigher, Rogan e Braun (2007).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
15. Aznar e Orcajo (2005).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
16. Campbell e Lubben (2000).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>

Referência	Características do Método de Projetos ou do Método de Investigação ²
17. Stern e Roseman (2004).	<p>Quanto à disciplinaridade: <u>Interdisciplinar</u>, transdisciplinar, multidisciplinar. Quanto ao sujeito que compõe o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>. Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
18. Venville <i>et al.</i> (2008).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, transdisciplinar, <u>multidisciplinar</u>. Quanto ao sujeito que compõe o projeto: Aluno, professor, aluno e professor. Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
19. Schneider <i>et al.</i> (2002).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar. Quanto ao sujeito que compõem o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>. Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): Individualmente; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>
20. Crawford (2000).	<p>Quanto à disciplinaridade: <u>Interdisciplinar</u>, transdisciplinar, multidisciplinar. Quanto ao sujeito que compõe o projeto: Aluno, professor, aluno e professor. Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
21. Moje <i>et al.</i> (2001).	<p>Quanto à disciplinaridade: <u>Interdisciplinar</u>, transdisciplinar, multidisciplinar. Quanto ao sujeito que compõe o projeto: Aluno, professor, aluno e professor. Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
22. Rivet e Krajeik (2004).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar. Quanto ao sujeito que compõe o projeto: Aluno, professor, aluno e professor. Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
23. Júlio e Vaz (2010).	<p>Quanto à disciplinaridade: <u>Interdisciplinar</u>, transdisciplinar, multidisciplinar. Quanto ao sujeito que compõe o projeto: Aluno, professor, aluno e professor. Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>

Referência	Características do Método de Projetos ou do Método de Investigação ²
24. Batista, Lavaqui e Salvi (2008)	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): Individualmente; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>
25. Mills e Treagust (2003).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): Individualmente; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>
26. Chang e Lee (2010).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, transdisciplinar, <u>multidisciplinar</u>.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): Individualmente; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>
27. Ardaiz-Villanueva et al. (2011).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): Individualmente; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>
28. Alorda, Suenaga e Pons (2011).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, transdisciplinar, <u>multidisciplinar</u>.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
29. Winnie (2010).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): Individualmente; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>
30. Heo, Lim e Kim (2010).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): Individualmente; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>

Referência	Características do Método de Projetos ou do Método de Investigação ²
31. Chen e Teng (2011).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
32. Sahin (2011).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
33. Domínguez e Jaime (2010).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
34. Planinšič (2007).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
35. O'Neil e McMahon (2005).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, <u>aluno e professor</u>.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
36. Motschnig-Pitrik e Holzinger (2002).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
37. Gedik e Hanci-Karademirci (2012).	<p>Quanto à disciplinaridade: <u>Interdisciplinar</u>, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>

Referência	Características do Método de Projetos ou do Método de Investigação ²
38. Lin <i>et al.</i> (2013).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>
39. Salas-Morera <i>et al.</i> (2013).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>
40. Kohnle <i>et al.</i> (2012).	<p>Quanto à disciplinaridade: <u>Interdisciplinar</u>, transdisciplinar, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>
41. Shreeve (2008).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): Individualmente; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>
42. Raine e Collett (2003).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): Individualmente; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>
43. Derntl e Motschnig-Pitrik (2005).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): Individualmente; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>
44. Basey e Francis (2011).	<p>Quanto à disciplinaridade: <u>Interdisciplinar</u>, transdisciplinar, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; <u>coletivamente</u>.</p>

Referência	Características do Método de Projetos ou do Método de Investigação ²
45. Motschnig-Pitrik e Derntl (2002).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
46. Kinnunen e Malmi (2005).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: <u>Aluno</u>, professor, aluno e professor.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): <u>Individualmente</u>; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>
47. Cordero (2002).	<p>Quanto à disciplinaridade: Interdisciplinar, <u>transdisciplinar</u>, multidisciplinar.</p> <p>Quanto ao sujeito que compõe o projeto: Aluno, professor, <u>aluno e professor</u>.</p> <p>Quanto à forma de implementar o projeto (Cattai e Penteado, 2009): Individualmente; por sugestão da Escola de forma fragmentada; coletivamente.</p>

A partir da Tabela 6 identificou-se que a maioria dos artigos é transdisciplinar (30), os projetos são desenvolvidos apenas pelos alunos (27) e por iniciativa de um professor, ou seja, individualmente (28). Sendo assim, apenas um critério vai ao encontro do que aconselha a metodologia de projetos proposta por Roger, que recomenda que os projetos devam ser transdisciplinares, desenvolvidos tanto pelos alunos como pelos professores e coletivamente. Enfatizando assim aspectos que precisam ser melhorados em pesquisas futuras.

Não há um consenso sobre o significado de Métodos de Investigação e de Pesquisa. Entretanto, a partir de diversos autores, como Ferrari, Angotti e Tragtenberg (2009), Zompero e Labúru (2010), Espíndola e Moreira (2006b), Souza e Bastos (2006), foi possível concluir que existem algumas características comuns a essas metodologias de ensino, que os autores trazem como análogas: necessidade do professor identificar os conhecimentos prévios dos alunos; ênfase mais em perguntas do que em respostas; emissão de hipóteses; busca por informações; divulgação dos resultados encontrados; professor possui papel de mediador do conhecimento; necessidade de estudar não apenas problemas mais amplos, mas também a resolução clássica de problemas; importância da contextualização; formação de problemas pelos alunos; resolução de problemas em nível crescente de complexidade; utilização de uma sequência de passos que orientam a investigação; utilização de problemas abertos; apresentação de um

problema inicial que pode ser proposto pelo professor ou pelos alunos. O destino final da pesquisa deve ser a aplicação dos conteúdos estudados, relacionados com os temas geradores escolhidos.

Segundo Zompero e Laburú (2010), nos Estados Unidos, diferentes são as abordagens para as atividades investigativas. Em função dessas diferenças, foram divulgadas no documento oficial de ensino americano, intitulado *National Research Council*, as principais características que devem existir no ensino com atividades investigativas. As características apresentadas no documento são: engajamento dos estudantes na atividade, priorização de evidências, formulação de explicações para as evidências, articulação nas explicações ao conhecimento científico, comunicação e justificativas às explicações.

Não há nos trabalhos encontrados uma distinção clara entre pesquisa e investigação. Na presente tese, está sendo utilizada a pesquisa numa perspectiva mais ampla, sendo entendida como aquela que leva o aluno a ser autônomo em sua aprendizagem, afinal “o único homem que se educa é aquele que aprendeu como aprender; que aprendeu como se adaptar e mudar, que sabe que nenhum conhecimento é seguro, que nenhum processo de buscar conhecimento oferece uma base de segurança” (Rogers, 1977).

Feita a revisão da literatura, passa-se agora ao marco teórico.

3. MARCO TEÓRICO

Nesta seção, são apresentados os referenciais teóricos de aprendizagem que foram utilizados na presente tese. Esses referenciais estão sintetizados na Figura 5.

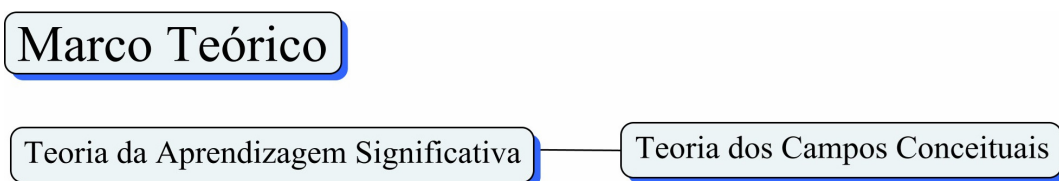


Figura 5: Síntese do marco teórico.

3.1 Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel

Segundo Ausubel, quem quer facilitar a Aprendizagem Significativa (AS) precisa descobrir o conhecimento prévio do aluno e ensinar de acordo⁴, pois segundo Ausubel (2002), o conhecimento prévio é a variável que mais influencia na aprendizagem.

A Aprendizagem Significativa envolve a interação seletiva entre o novo material de aprendizagem e as ideias pré-existentes na estrutura cognitiva. Iremos empregar o termo ancoragem para sugerir uma ligação com as ideias pré-existentes ao longo do tempo, por exemplo, no processo de subsunção, as ideias subordinadas pré-existentes fornecem ancoragem à Aprendizagem Significativa de novas informações (Ausubel, 2002, p. 3).

Para que a AS ocorra, é necessário que o novo conteúdo se relacione interativamente com a estrutura cognitiva do ser que está aprendendo, ou seja, que haja a interação do conhecimento novo e do antigo. O resultado deste processo Ausubel chama de assimilação. Para Ausubel (2002), estrutura cognitiva é uma estrutura hierárquica de conceitos, que são representações de experiências sensoriais do indivíduo

⁴ Na presente pesquisa, como será melhor detalhado na seção 4.2.4 As Etapas de Pesquisa, foram aplicados um questionário, situações-problema e um mapa mental para identificar os conhecimentos prévios dos alunos. Tais resultados foram utilizados para construir a proposta e para ensinar de acordo com eles. Se os alunos mostraram mais conhecimento sobre um assunto, este foi usado como subsunção para a aprendizagem de conceitos novos; se não souberam, este foi mais enfatizado nas explicações e na proposta construída.

a denominação recebida por esses conceitos já presentes na estrutura cognitiva é “subsunçor”.

Para que haja aprendizagem significativa, há a necessidade de aquisição de novos significados a partir do material de aprendizagem apresentado. Para isso, é necessário um mecanismo de aprendizagem significativo como, por exemplo, a apresentação de um material potencialmente significativo. Esse deve se relacionar de forma não arbitrária (não aleatória) e não literal (pode relacionar conceitos, símbolos de diferentes formas sem mudar o significado) com os subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos alunos. Também é necessário que o aluno queira aprender, que tenha prontidão, ou seja, que ele esteja maduro psicologicamente para aprender.

A AS é progressiva, ou seja, os significados são captados e internalizados progressivamente e nesse processo a interação social e a linguagem são importantes.

Para que ocorra a AS, proposta por Ausubel, um elemento muito importante é a ancoragem cognitiva, ou seja, o sujeito ao adquirir novos conhecimentos de maneira significativa, ancora internamente as informações novas em seus subsunçores. Outro fator, para que ocorra a AS, é que o aluno deve estar predisposto a aprender.

Segundo Ausubel (2002), o processo de detalhamento, refinamento e especificidade de um subsunçor é denominado princípio da diferenciação progressiva. Neste, parte-se do geral (mais importante) rumo ao específico (trabalhando através de exemplos, exercícios e situações). Já a exploração das ligações entre conhecimentos, recombina-os e relaciona-os, buscando as diferenças e semelhanças entre eles é conhecido por reconciliação integradora.

Quando os alunos não apresentam subsunçores relativos ao novo material potencialmente significativo de aprendizagem, pode-se utilizar os organizadores prévios, que em conjunto com os diagramas V e os mapas conceituais (Novak e Gowin, 1984) são estratégias potencialmente facilitadoras da aprendizagem.

De acordo com Ausubel (2002), os organizadores prévios são materiais introdutórios que são apresentados aos alunos antes do material de aprendizagem propriamente dito, em um nível mais alto de generalidade, inclusividade e abstração. Os organizadores prévios servem como uma ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que deveria saber, mostrando a relacionabilidade do novo conhecimento com o conhecimento prévio que o aluno possui em sua estrutura cognitiva, tornando o material de aprendizagem potencialmente significativo.

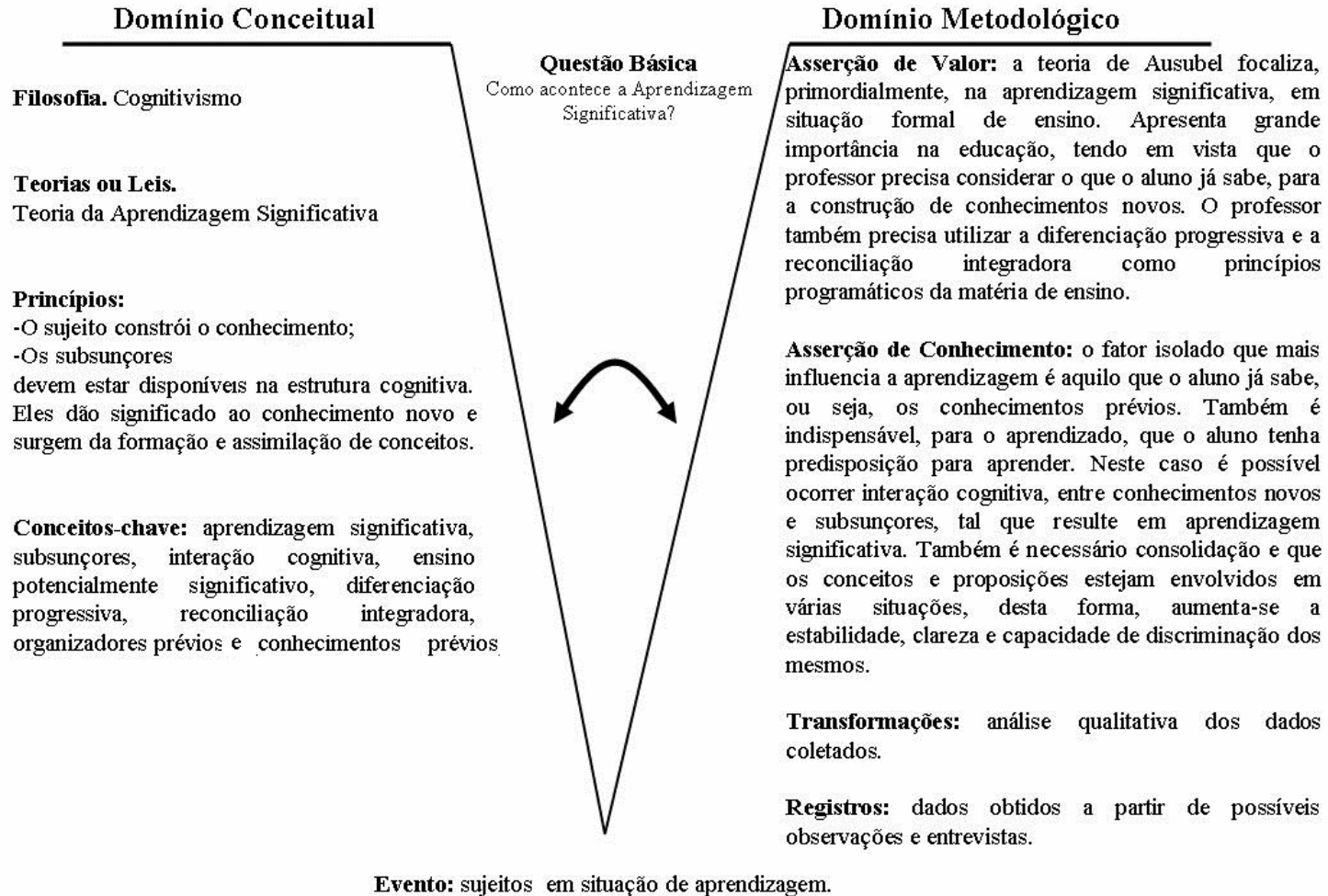


Figura 6: A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel apresentada em um diagrama V.

Os mapas conceituais são diagramas que apresentam relações entre conceitos, procurando refletir a estrutura conceitual de certo conhecimento através deles. Segundo Moreira (2005), apresentá-los, construí-los, refazê-los, discutir sobre eles, são processos que facilitam a AS.

Os diagramas V são utilizados para analisar o processo de construção do conhecimento. A Figura 6 é um exemplo de diagrama V que sintetiza a TAS. Assim como nos mapas conceituais, apresentá-los, construí-los, refazê-los, discutir sobre eles, são processos que facilitam a AS. Essas ferramentas foram utilizadas na tese, mas não foi apresentada a sua análise com o objetivo de condensar o trabalho.

3.2 A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud

Vergnaud (1988, 1990, 1993 e 1998) foi discípulo de Piaget, mas, ao contrário deste, valoriza o conteúdo do conhecimento e sua análise conceitual, pois o desenvolvimento cognitivo depende de situações e de conceitualizações específicas necessárias para lidar com elas. Quando o professor se interessa pela aprendizagem dos alunos, precisa se preocupar com o conteúdo que irá ensinar, pois as dificuldades dos estudantes não são as mesmas em campos conceituais distintos.

Vergnaud enfatiza a relevância dos conhecimentos prévios que os alunos possuem, analogamente à Ausubel (1968). Utiliza as noções de esquema, assimilação, acomodação e adaptação de Piaget (1976). Considera a linguagem como uma ferramenta importante na mediação do conhecimento e acredita ser relevante a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) do aprendiz, proposta por Vygotsky (2007). Teoriza que os conceitos evoluem ao longo do tempo e considera importante a negociação de significados, assim como a epistemologia de Toulmin (1977).

3.2.1 Campos conceituais

A teoria dos campos conceituais de Vergnaud é uma teoria psicológica cognitivista, que se ocupa do estudo do desenvolvimento e da aprendizagem de conceitos e competências complexas, permitindo explicar como se gera o conhecimento no sujeito. Vergnaud compreende por conhecimento tanto o saber fazer (procedimental) quanto o saber dizer (declarativo). O saber fazer e o saber dizer estão intrinsecamente ligados à teoria, aos conceitos e teoremas. Por exemplo, um aluno apenas conseguirá

resolver um problema e dizer como fez baseado em teorias, não apenas fornecendo uma solução. Ao fazer e explicitar, acaba aprendendo conceitos e teorias. Desta forma, o saber fazer, dizer e a teoria estão intrinsecamente relacionados dialeticamente.

Nesta perspectiva, campos conceituais são conceitos que estão ligados e, portanto, devem ser estudados em conjunto. Esses conceitos se relacionam a partir de situações que os sujeitos enfrentam. Neste processo, utilizam procedimentos, concepções e representações simbólicas com o objetivo de dominar tais situações.

Por campo conceitual eu entendo um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento conectadas, umas com outras e suscetíveis de serem relacionadas durante o processo de aquisição. O domínio do campo conceitual não ocorre em alguns meses, nem tampouco em alguns anos. Ao contrário, novos problemas e novas propriedades devem ser estudados ao longo de vários anos se quisermos que os alunos progressivamente os dominem. De nada serve rodear as dificuldades conceituais; elas são superadas na medida em que são detectadas e enfrentadas, mas isto não ocorre de uma só vez (Vergnaud, 1993, p.42).

Portanto, o professor precisa: detectar os erros conceituais ou a falta de conceitos relevantes na estrutura cognitiva dos alunos. Essa detecção precisa ser considerada no ensino, que deve buscar sanar os equívocos, e o professor deve ensinar várias vezes de maneiras diferentes, o que também sugere a UEPS.

Para avaliar o domínio de um campo conceitual pelo aluno, Vergnaud sugere as seguintes metodologias: 1º) analisar as situações definidoras de cada campo conceitual (exemplo: tarefas) e classificá-las; 2º) em cada uma dessas classes de situações, descrever as condutas, procedimentos e pensamentos que os estudantes mostram (por exemplo: através de um diário de bordo); 3º) analisar as competências científicas exibidas pelos jovens como esquemas organizados, prestando atenção aos invariantes operatórios (por exemplo: a partir do respondido nas situações-problema); 4º) estudar o papel da linguagem e de outras expressões simbólicas na comunicação ou externalização (por exemplo: a partir da análise de gravações de situações-problema e da confecção de mapas conceituais); 5º) observar o papel mediador do professor (por exemplo: a partir da análise de questionários referentes à avaliação do curso); 6º) delimitar a transformação dos invariantes que a docência gera (por exemplo: a partir da análise de testes feitos antes e após a intervenção do professor); 7º) analisar o processo em que o aluno se faz consciente da relação necessária entre metas que se devem alcançar (aprendizagem) e procedimentos que precisam ser utilizados (alcançando isto, por exemplo, a partir da gravação de resolução das situações-problema e da explicação do professor). Todos esses passos metodológicos foram seguidos na presente pesquisa.

Os conceitos estão relacionados a outros. Essas relações podem ser explicitadas, por exemplo, a partir dos mapas conceituais e mentais. Entretanto, os campos conceituais não envolvem apenas conceitos e suas relações, mas também as situações e os procedimentos.

3.2.2 *Conceitos de Piaget utilizados por Vergnaud*

Vergnaud é um neopiagetiano, pois continua a considerar relevante, em sua teoria, alguns conceitos-chave da teoria de Piaget, por exemplo, os conceitos de adaptação, acomodação, assimilação e esquema. Entretanto, diferentemente de Piaget, possui a convicção de que o processo de aprendizagem depende das disciplinas e do conteúdo que é abordado, como foi mencionado anteriormente.

O conhecimento humano provém da adaptação. A escola tem como função criar conflito cognitivo bem como ajudar os alunos a assimilarem e acomodarem o conhecimento.

O esquema é a forma invariante com que as pessoas se comportam frente a uma situação. Através dos esquemas, elas organizam a ação para determinadas situações. Os esquemas são ferramentas de adaptação e, dessa forma, determinam o comportamento frente a situações e não somente a objetos. Os esquemas são geralmente implícitos enquanto os conceitos são geralmente explícitos. “Os esquemas são definidos como uma organização invariante de ação para certa classe de situações” (Vergnaud, 1998).

Os esquemas não trabalham com conceitos diretamente, mas com situações nas quais os conceitos estão envolvidos. São as situações que dão sentido aos conceitos, gerando sua construção. O esquema gera uma resposta similar frente a situações similares, pois está constituído por uma organização invariante. Não é a conduta que é invariante, mas sua organização, ou seja, há modos de organizá-la, que não precisam ser únicos. Por exemplo, na sala de aula um aluno pode ter o esquema que o guia a falar baixo, a prestar atenção, a não perguntar, mas pode ser que receba um elogio do professor e dos colegas pelo trabalho e isso forneça segurança para começar a perguntar mais na sala de aula, mudando assim seu esquema.

De acordo com Vergnaud (1998), os esquemas são formados por:

- 1) Metas e antecipações;
- 2) Regras de ação do tipo “se... então”;
- 3) Invariantes operatórios: teoremas-em-ação e conceitos-em-ação;

4) Possibilidades de inferência: permitem “calcular”, “aqui e agora”, as regras e antecipações a partir das informações e invariantes operatórios que dispõe o sujeito.

As partes dos esquemas são discutidas nas próximas duas seções.

Vergnaud afirma que os esquemas se referem necessariamente a situações ou classes de situações, onde ele distingue entre:

1) situações nas quais o sujeito dispõe das competências necessárias ao tratamento relativamente imediato da situação;

2) situações nas quais o sujeito não dispõe de todas as competências necessárias ao aprendizado.

Essas duas situações são análogas à ideia de Vygotsky (2007) de zona de desenvolvimento proximal (ZDP), que é a diferença entre o que o sujeito consegue fazer com a ajuda do outro (nível de desenvolvimento potencial) e o que consegue fazer sozinho (nível de desenvolvimento real).

3.2.3 *Conceitos*

Para Vergnaud: 1) um conceito não se forma com apenas um tipo de situação; 2) uma situação não se analisa com apenas um conceito; 3) a construção e a apropriação de todas as propriedades de um conceito ou todos os aspectos de uma situação é um processo de longa duração.

Dessa forma, um conceito se faz significativo através de uma variedade de situações, e no caso da presente proposta, são de situações da Engenharia. Ao mesmo tempo, uma situação não pode ser analisada com a ajuda de apenas um conceito. Essa é a principal razão para que os pesquisadores estudem campos conceituais e não situações e conceitos sozinhos.

Os conceitos formam parte dos esquemas e não deve se reduzir a sua definição, adquirindo seus significados através do uso e aplicação a diferentes situações e problemas. Portanto, há a necessidade de abordar os conceitos em longo prazo e em mais de uma ocasião. Os conceitos que foram abordados na integração entre as UEPS e o Método de Projetos foram retomados em várias situações diferentes.

Quais são as condições para que ocorra a aprendizagem de conceitos?

Para que ocorra a aprendizagem efetiva dos conceitos, segundo Vergnaud, deve-se: 1º) desenvolver os conceitos por resolução de situações-problema; 2º) as situações de resolução de problemas fazem os conceitos significativos; 3º) para se

desenvolver conceitos complexos, é necessário promover situações complexas; 4º) o desenvolvimento de conceitos não ocorre de forma natural.

Dessa forma, é papel da escola, e principalmente do professor, facilitar a aprendizagem e a evolução de conceitos, direcionando-os para os conhecimentos científicos.

Os conceitos são constituídos por três conjuntos:

1º) conjunto de situações que dão sentido ao conceito, o que é chamado de referente;

2º) conjunto de invariantes operatórios nos quais se baseia a operacionalidade dos conceitos, o que é chamado de significado;

3º) conjunto que permite representar simbolicamente os conceitos, suas propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento, o que é chamado de significante.

“O conceito de situação não tem aqui o sentido de situação didática senão, sobretudo, de tarefas, a ideia é de que toda a situação complexa pode ser analisada como uma combinação de tarefas” (Vergnaud, 1990).

3.2.4 *Invariantes operatórios*

O conhecimento-em-ação é sinônimo aos invariantes operatórios, sendo formado pelos teoremas-em-ação e conceitos-em-ação.

Um conceito-em-ação não é inteiramente um conceito, nem um teorema-em-ação é um teorema. Na ciência, os conceitos e teoremas são explícitos e se pode discutir sua pertinência e validade. Isso não ocorre necessariamente para os invariantes operatórios. Geralmente, esses não são explicitados, pois o sujeito não consegue fazê-lo.

Sem dúvida, a ação operatória não é toda a conceitualização do real, longe disto. Não se debate a verdade ou a falsidade de um enunciado totalmente implícito, e não se identificam os aspectos do real ao que é necessário prestar atenção sem a ajuda de palavras, de enunciados, de símbolos e signos. O uso de significantes implícitos é indispensável para a conceitualização (Vergnaud, 1990, p. 137).

Dessa forma, o conhecimento intuitivo é feito essencialmente de invariantes operatórios, que são a parte conceitual dos esquemas.

O desenvolvimento cognitivo depende de situações e das conceitualizações. Por isso, torna-se necessário ao professor descobrir os conceitos que o aluno possui na estrutura cognitiva, seus significados, seu desenvolvimento e a funcionalidade de um conceito na aprendizagem do sujeito, o que Ausubel (2002) chama de conhecimento

prévio. É preciso prestar atenção às situações, aos invariantes operatórios e as representações, “estes três aspectos devem vir sempre juntos na indagação” (Vergnaud, 1990). Dessa forma, os próprios esquemas são objetos de investigação. Foram identificados os invariantes operatórios dos alunos a partir da análise quantitativa dos testes, através de estatística descritiva e inferencial e também da análise qualitativa, que foi feita a partir da análise de conteúdo (Bardin, 2011). Essa análise foi feita, mas visando à condensação da tese, não explicitada na tese.

3.2.5 Papel da linguagem

A ação é considerada por Vergnaud e por Piaget como principal gerador de conhecimento, tendo a linguagem um papel relevante. *Buscou-se, na pesquisa, usar várias ferramentas, para facilitar a utilização da linguagem para aprender, ensinar e negociar significados.*

Segundo Vergnaud (1998), a utilização da linguagem é importante por três fatores:

- 1) Possibilita a identificação dos invariantes operatórios;
- 2) Facilita o pensamento e a dedução;
- 3) Ajuda a antecipação dos efeitos e metas, a planificação e o controle da ação.

Devido à ampla importância da linguagem, é imprescindível solicitar aos alunos que apresentem trabalhos, discutam questões, situações-problema, se aproximando, neste ponto, da importância do sociointeracionismo proposto por Vygotsky (2007). Neste aspecto, a teoria de Vergnaud também se aproxima da teoria de Ausubel (2002), pois este também enfatiza que a linguagem é fundamental para a aprendizagem, sendo utilizada, por exemplo, em aulas expositivas.

3.2.6 Papel do professor

O ensino precisa ajudar os alunos a desenvolverem suas competências, já que o desenvolvimento destas, para Vergnaud, também é conhecimento. A responsabilidade do professor, dentre outras, é mostrar aos alunos um conjunto de situações pertinentes e fornecer explicações adequadas a tais situações. Desse modo, o professor está fazendo o papel de mediador da aprendizagem pelo aluno. Vergnaud (1998) resume com os seguintes itens o que o professor precisa saber ao ensinar:

- 1) Os professores são mediadores, devem ajudar os estudantes a desenvolverem esquemas e representações;
- 2) Os alunos são capazes de resolverem situações cada vez mais complexas, desenvolvendo assim esquemas;
- 3) Não se pode gerar esquemas novos sem novos invariantes operatórios;
- 4) A linguagem e os símbolos são importantes na explicação, nas perguntas, para selecionar informação, propor metas e regras;
- 5) A ação mediadora mais importante do professor é a de fornecer aos estudantes situações que potencialmente desenvolvam a aprendizagem;
- 6) A eleição de situações e sua execução são essenciais para que o aluno desenvolva seus esquemas, em sua zona de desenvolvimento proximal;
- 7) Segundo Motschnig-Pitrik e Holzinger (2002), os professores devem ter largo e profundo conhecimento na matéria, o que contradiz a atual política do Ministério da Educação (MEC) de fusão de disciplinas (<http://www1.folha.uol.com.br/educacao/2012/08/1138074-mec-vai-propor-a-fusao-de-disciplinas-do-ensino-medio.shtml>).

A tarefa do professor é ajudar os alunos a desenvolverem um repertório de esquemas e representações, sendo, dessa forma, capazes de enfrentar situações cada vez mais complexas. Para que os esquemas surjam, é necessário que ocorra a formação dos invariantes operatórios. Dessa forma, a ação mais importante do professor é fornecer situações úteis de aprendizagem para os alunos.

Como foi visto, para Vergnaud (1990), situações não são situações didáticas propriamente ditas, mas sim tarefas, problemas. De acordo com tal perspectiva, o professor assume papel de mediador, de provedor de situações-problema, estimulando a interação sujeito-sujeito, sujeito-situação, que leva à ampliação e à diversificação de esquemas.

O ensino de ciências não pode deixar de lado a simbolização e a formalização, porque a ciência é simbólica, formal e explícita. Todavia, é necessário lembrar que o conhecimento dos alunos é, em grande parte, implícito e, portanto, o professor, ao ensinar, precisa considerar esses dois tipos de conhecimento.

O conhecimento implícito pode evoluir para o conhecimento explícito e este é um dos objetivos da escola, pois se os alunos explicitam seus conhecimentos, o professor sabe mais facilmente como ensiná-lo. Sem o ensino não há razão para acreditar que o sujeito sozinho domine campos conceituais complexos e formalizados,

como os científicos. Isso justificando, assim, a imensa importância do professor e da escola no aprendizado de conceitos científicos e na evolução do aprendizado.

3.2.7 Semelhanças com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel

Analogamente Ausubel e Vergnaud (1990) consideram importante fazer uma ponte entre o que o aluno conhece e os conhecimentos científicos; para isso Ausubel (2002) utiliza os organizadores prévios.

Segundo Ausubel (1968), para que se desenvolva o conhecimento, são fundamentais as explicações, analogias, esquemas e símbolos que precisam considerar os conhecimentos prévios dos alunos. Para Vergnaud, é normal os alunos chegarem ao ensino formal com várias concepções, sendo que, muitas vezes, estas não condizem com os conhecimentos científicos.

Algumas vezes, os conhecimentos prévios dos alunos dificultam a aprendizagem. Dessa forma, é preciso mostrar o (s) equívoco (s) do (s) modelo (s) do aluno, ensinando a partir disso o (os) modelo (os) cientificamente aceito (os)⁵. Para diminuir tais dificuldades, também é fundamental o papel do professor. Ausubel (2002) sugere que para facilitar a compreensão de conhecimentos novos, deve-se fazer a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, distinguindo conceitos que pareçam semelhantes, utilizando, para isso, segundo Vergnaud (1993), diversas situações. Por isso, foram utilizadas, na pesquisa de doutorado, várias estratégias de ensino. As ideias de Vergnaud sobre o papel do conhecimento prévio como precursor de novos conhecimentos têm relação com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2002), pois segundo este autor, o fator que mais influencia à aprendizagem são os conhecimentos prévios.

Apesar de Vergnaud enfatizar os conceitos e teoremas implícitos, ele reconhece a importância do estudo dos conceitos e teoremas explícitos para a aprendizagem, que é um ponto enfatizado na Teoria da AS de Ausubel (2002). Portanto, ambas as teorias podem ser vistas como complementares.

Concluída esta breve apresentação do marco teórico, o próximo capítulo é dedicado às metodologias de pesquisa e de ensino.

⁵ Escreveu-se no plural, pois frequentemente há mais de um modelo científico para explicar o mesmo fenômeno.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, são apresentadas as metodologias de pesquisa e de ensino que foram utilizadas. Tais abordagens compreendem a forma como foi realizada a pesquisa, o ensino e o modo de coletar, analisar e interpretar os dados, o que está sintetizado na Figura 7.

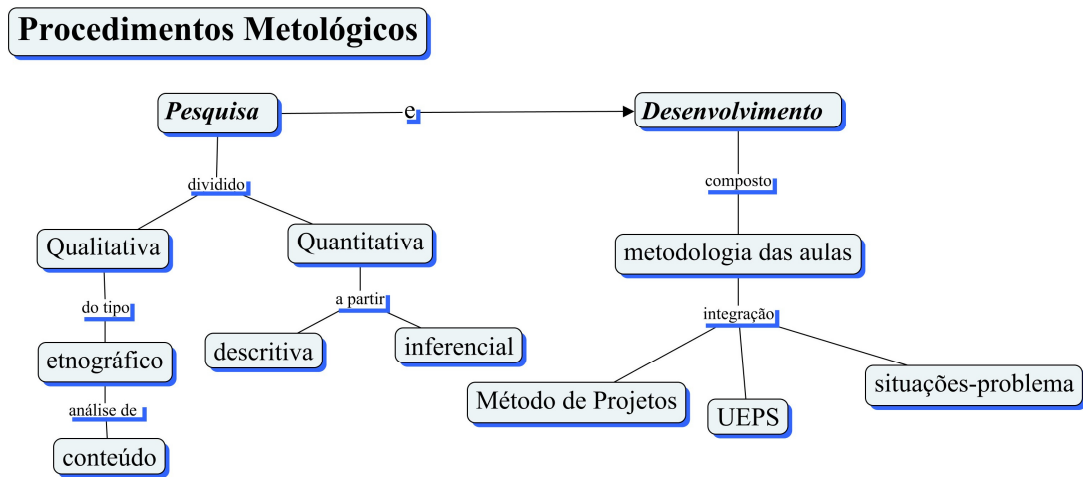


Figura 7: Síntese dos procedimentos metodológicos.

4.1 Metodologias de Ensino

4.1.1 Método de Projetos na perspectiva de Rogers

O precursor do Método de Projetos foi Carl Rogers. Para Rogers (1977), as pessoas são intrinsecamente motivadas. Muitas vezes, a escola reprime tal motivação obrigando-as a aprenderem o que o sistema deseja; embora, frequentemente tais assuntos não são motivadores para os alunos, que possuem desejo de aprender outras coisas.

Como a sociedade, a tecnologia e as ciências mudam rapidamente, há vários conhecimentos sendo produzidos a todo o momento; então é imprescindível que as

pessoas sejam capazes de aprenderem a aprender, de pesquisarem, de ir atrás do próprio conhecimento, se tornando responsáveis pela própria aprendizagem. Até porque o ensino formal é passageiro e é necessário que as pessoas sejam atuantes no meio e que consigam aprenderem por si mesmas, afinal “O único homem que se educa é aquele que aprendeu como aprender; que aprendeu como se adaptar e mudar, que sabe que nenhum conhecimento é seguro, que nenhum processo de buscar conhecimento oferece uma base de segurança” (op.cit., 1977).

Cabe aqui identificar o que é projeto. Para Mills e Treagust (2003), projeto é universalmente usado na prática na Engenharia como unidade de trabalho, universalmente definido como base para um cliente. Na profissão do engenheiro, quase toda sua prática está relacionada com projetos.

Esse autor coloca como importante (op.cit., p. 73) os seguintes pontos para que o aluno aprenda a aprender (aprendizagem autoiniciada):

1) Construir o conhecimento sobre problemas reais.

Para que a aprendizagem autoiniciada ocorra, é necessário que a pessoa enfrente um problema que seja significativo para ela (análogo a Vergnaud e Dewey, 2002).

2) Promover recursos.

O professor, que busca a aprendizagem autoiniciada, ao invés de utilizar seu tempo para preparar planos de aula, precisa buscar recursos que poderão proporcionar aos alunos uma aprendizagem experiencial correspondente à necessidade deles. Deve ocupar-se também de que tais recursos sejam claramente disponíveis, imaginar e simplificar os estágios práticos e psicológicos que devem passar os alunos para utilizá-los.

3) Utilizar contratos.

Nos contratos, os alunos colocam seus objetivos, o que querem fazer e como vão fazer. Rogers (1977) fornece o seguinte exemplo de utilização de contrato: todos os alunos passam com C se fazem certas atividades e provam que as fizeram através de exames referentes às matérias neles contidas. Se os alunos quiserem tirar A ou B, devem planejar, por si mesmos, as atividades que farão para tirar tais notas, escrevendo-as no contrato. O professor precisa analisá-los antes dos alunos começarem a executá-los. Quando o aluno e o professor chegam a um acordo mútuo sobre o contrato, o aluno está certo que tirará A ou B, desde que atenda as obrigações contratuais antes do final do prazo estipulado.

4) Organização de grupos de facilitadores de aprendizagem.

Pode-se dividir a turma em grupos que possuam curiosidades e objetivos em comum (grupos de facilitadores de aprendizagem). O professor, neste contexto, está presente para ajudar na organização, para resolver e estimular questionamentos. Na presente pesquisa, os trabalhos foram feitos em duplas.

5) A orientação da pesquisa.

O professor estabelece a pesquisa instigando os alunos a resolverem problemas, criando um ambiente receptivo para o estudante, prestando assistência ao educando no ato de investigar, buscando permitir aos estudantes aprendizagem autônoma, análogo ao que propõem Dewey (2002).

6) Utilização de simulações.

Para Rogers, simulação é vista como uma ampla variedade de situações da vida diária que pode ser simulada. As simulações são complexas e há a necessidade dos participantes terem conhecimentos prévios sobre o sistema.

A simulação proporciona ao estudante experiência dos vários processos que ocorrem na vida real. Através da experiência, o estudante não apenas age, mas assume a responsabilidade pessoal pelo que decide fazer e faz.

De acordo com Dewey (2002) o ensino deve ser baseado nas seguintes etapas:

- reconhecimento do problema,
- definição e classificação do problema,
- formulação de hipóteses,
- escolha do plano de ação,
- testagem das hipóteses.

Nesta perspectiva, o professor precisa:

- Mostrar ao aluno que está interessado em seu aprendizado, se colocando no lugar dele;
- Confrontar o aluno com problemas práticos;
- Incentivar que o aluno participe responsavelmente do seu processo de aprendizagem, ou seja, instigue o aluno a aprender a aprender, buscando soluções à problemas práticos, aplicando-as;
- No início de um curso, pedir para os alunos escreverem quais são seus interesses ao fazê-lo;
- Instigar os alunos que busquem alcançar seus interesses até o final dos projetos;

- Estimular os alunos a explicitarem suas deficiências e capacidades. Dessa forma, diminuindo o medo de errar, aumentando o envolvimento e a comunicação interpessoal, pois da autoaceitação emerge maior compreensão e relacionamento mais íntimo entre as pessoas.

O professor não deve, individualmente, atribuir nota para o aluno. Este precisa criar a competência de se autoavaliar. A avaliação deve incluir: a) os critérios que o sujeito julga seu trabalho; b) por que adotou tais critérios; c) a nota. Se o professor considera outros critérios relevantes para avaliar o aluno, ambos devem discutir, de modo a chegarem a alguma conclusão.

A proposta de ensino de Freire (1996) também utiliza projetos para ensinar, entretanto enfatiza a importância do ensino como uma ferramenta para a mudança social.

Acrescentamos a essa metodologia uma reflexão sobre a realidade social, orientando os Projetos de Trabalho para uma reflexão sobre as condições de vida da Comunidade que o grupo faz parte, analisando-as em relação a um contexto sócio-político maior e elaborando propostas de intervenção que visem à transformação social (ibid., p. 13).

A presente pesquisa também visa este âmbito social (Parisoto, Oliveira e Fisher, R., 2014; Oliveira, Fisher e Parisoto, 2014).

Outro autor muito importante, relacionado ao Método de Projetos, é Oswaldo Pessoa. Os trabalhos desse autor na área se destacam no Brasil.

Para Pessoa (2003), analogamente a Rogers e Freire, o Método de Projetos deve ser composto por trabalhos curtos, sucessivos, desenvolvidos por equipes, precisa gerar relatórios, e estes compõem, pelo menos parcialmente, a avaliação. Esses projetos devem ser apresentados, por exemplo, em feira de ciências, ou na própria sala de aula para os colegas. É importante que o assunto do projeto e seu planejamento sejam decididos no grupo, bem como seu andamento e conclusão. Segundo esses autores, é fundamental que o projeto se relacione com um tema em comum, que no caso da presente pesquisa são as situações da Termodinâmica usadas na Engenharia.

De acordo com Pessoa (1970), projetos são atividades que resultam numa produção final feita pelos alunos, que tem a função de solucionar um problema, e os temas são assuntos que centralizam o estudo e a discussão. Mas qual é a diferença entre problema e situação-problema?

Situação-problema é aquela que o sujeito percebe como problemática. Problema é o que o professor propõe como aplicação do conteúdo, como transferência

para situações similares trabalhadas em aula, e o aluno normalmente percebe como exercício de aplicação de fórmulas.

Segundo Rogers essa metodologia propicia aos alunos um desenvolvimento da responsabilidade, autonomia, reflexão, cooperação e crítica no decorrer do processo de ensino e aprendizagem. Uma vez envolvidos, eles são corresponsáveis pela própria aprendizagem.

Segundo esse autor (op.cit., p. 13), o desenvolvimento do projeto deve iniciar com uma análise do contexto e interesse dos alunos considerando os conhecimentos pré-existentes sobre os assuntos que o educador deseja trabalhar. Depois de feito este levantamento, o professor pode propor algumas situações-problema, que não precisam ser necessariamente pesquisadas pelos grupos, pois eles podem sugerir outros. Feito isso, eles devem pesquisar e buscar informações que respondam às situações-problema relacionadas ao tema, tendo que:

- a) Selecionar as fontes e coletar as informações;
- b) Definir critérios de ordenação e interpretação dessas informações;
- c) Retomar periodicamente dúvidas e questões;
- d) Representar de forma linguística, matemática ou pictórica todo o processo, desde a elaboração até os resultados finais;
- e) Avaliar e conectar o produzido com novas propostas de investigação e aplicabilidade.

Os trabalhos de Espindola e Moreira (2006a e 2006b) são exemplos que utilizam o Método de Projetos, na perspectiva de Pessoa.

Na presente pesquisa, utilizou-se a integração entre Métodos de Projetos, as UEPS e as situações-problema. Nessa seção foi apresentado o Método de Projetos, e passa-se, na próxima, a discutir sobre a UEPS.

4.1.2 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

A UEPS (Moreira, 2011) é uma proposta de construção de uma sequência didática fundamentada em teorias de aprendizagem, particularmente da AS.

Nas UEPS, os materiais e estratégias de ensino devem ser diversificados, o questionamento, o diálogo e a crítica devem ser estimulados. Devem fazer atividades colaborativas e também atividades individuais.

Segundo Moreira (op.cit., p. 3), a UEPS é composta pelos seguintes passos:

1. Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais, tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico.

2. Criar/propor situação (ções) – discussão, questionário, mapa conceitual (Moreira, 1980 e 2010), mapa mental (Moreira, 1997), situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a AS do tópico em pauta.

3. Propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar. Essas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); essas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações vinculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo.

4. Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos. A estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo.

5. Em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação. As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade. É preciso dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora. Após essa segunda apresentação, deve-se propor alguma

outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador. Essa atividade pode ser a resolução de problemas, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, a construção de um mapa conceitual ou de um diagrama V, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. Concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integradora; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados, que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc. O importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade. Após essa terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores. Essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas no grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. A avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de AS do conteúdo trabalhado. Além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência. Tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino. A avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) quanto na avaliação somativa.

8. A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de AS (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A AS é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

4.1.3 Metodologia das aulas

A metodologia das aulas está detalhada na seção 5.1. Ao longo da implementação, foram utilizadas todas as características mencionadas por Crawford (2000) e descritas na revisão da literatura. Ele pesquisou como precisa ser uma sala de aula, para que se implemente o Método de Projetos, de modo que gere aulas potencialmente desenvolvedoras de aprendizagem.

4.1.4 Contexto de implementação

A proposta foi implementada, simultaneamente, em duas turmas mistas de Engenharia na Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) em 2012/2. O conteúdo de Termodinâmica foi implementado em 60 horas/aula cada turma. Essas foram denominadas de grupo experimental. Houve também uma turma na qual foram ministradas, simultaneamente, aulas tradicionais (aulas expositivas seguidas de resolução de problemas), com os mesmos conteúdos e com a mesma carga horária. As três turmas possuíam as seguintes características semelhantes: ocorriam no período noturno, eram compostas por ingressantes de engenharias de áreas distintas, os alunos possuíam entre 20 e 32 anos, trabalhavam 40 horas por semana e não estavam atrasados no curso. Na turma experimental 1 havia inicialmente 55 inscritos; destes, seis cancelaram a disciplina no primeiro mês e dois reprovaram por falta, portanto, nessa turma estudaram, até o final do semestre, 47 alunos. Na turma experimental 2 havia inicialmente 47 inscritos, no primeiro mês seis cancelaram a disciplina, três reprovaram por faltas e cinco alunos ficaram em exame, mas não foram realizar a prova, totalizando assim 33 alunos que concluíram a disciplina. Portanto, 80 alunos foram até o final da disciplina no grupo experimental.

Na turma de controle, 68 alunos foram até o final do semestre. A disciplina começou com 75 alunos, três trancaram-na, dois reprovaram por faltas e dois não foram fazer o exame.

4.2 Metodologias de Pesquisa

4.2.1 Pesquisa e desenvolvimento⁶

Não se melhora o ensino simplesmente produzindo novos e sofisticados recursos instrucionais.

O desenvolvimento instrucional deve estar acoplado à pesquisa em ensino ou, pelo menos, levar em conta o conhecimento produzido por ela e os enfoques teóricos sobre aprendizagem compartilhados pela comunidade de educadores e pesquisadores em ensino de Física (Araújo, Veit e Moreira, 2004).

Com essa perspectiva, foi proposto tanto o desenvolvimento de materiais quanto à pesquisa propriamente dita. Cabe aqui diferenciá-las.

Os chamados projetos de desenvolvimento em ensino podem ser definidos como aqueles que se referem às inovações didáticas e que estão estreitamente relacionados aos trabalhos de conclusão, no âmbito dos mestrados profissionais, nas áreas de ensino (Ostermann e Rezende, 2009).

Pesquisa em ensino de ciências é produção de conhecimentos sobre educação em ciências; busca de respostas a perguntas sobre ensino, aprendizagem, currículo de ciências, sobre o contexto em que isso ocorre e sobre o professorado de ciências e sua formação permanente, dentro de um quadro epistemológico, teórico e metodológico consistente e coerente, no qual o conteúdo específico das ciências está sempre presente (Moreira, 2004).

Da mesma forma que Santarosa (2011), acredita-se que pesquisa e desenvolvimento se relacionam na presente proposta, conforme Figura 8.

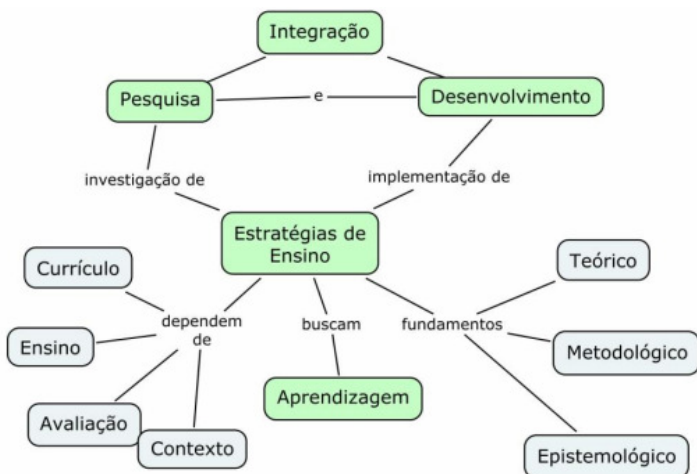


Figura 8: Relação entre pesquisa e desenvolvimento.
Fonte: Santarosa (2011).

⁶ Texto baseado em Santarosa (2011).

4.2.2 Pesquisa Qualitativa

Na perspectiva da pesquisa qualitativa, não existe uma realidade objetiva independente, pois ela é socialmente construída. O pesquisador preocupa-se mais com a compreensão do que ocorre na sala de aula, por exemplo, do que com a identificação das causas. A validade da pesquisa qualitativa é determinada por seu grau de credibilidade e de persuasão. Por isso, o pesquisador qualitativo precisa fazer uma análise detalhada do objeto de estudo, de modo a possuir argumentos para justificar as conclusões a que se chega.

A abordagem qualitativa enfatiza as ações e experiências das pessoas. Trata-se essencialmente de interpretação, mas não exclui informações quantitativas. Tal enfoque “tem como interesse central a questão dos significados que as pessoas atribuem a eventos e objetos, em suas ações e interações dentro de um contexto social e na elucidação e exposição desses significados pelo pesquisador” (Moreira, 2003).

Os significados podem ser conotativos e denotativos. Significados conotativos são aqueles pessoais e individuais. Os significados denotativos são aqueles compartilhados culturalmente, permitindo a comunicação entre os indivíduos. Essas diferenças de significados estão presentes também no ambiente escolar. Dessa forma, um conceito que possui um significado aceito pela Comunidade Científica pode ter outro significado para os alunos. Portanto, é indispensável os professores fazerem a negociação de significados, como propõem Toulmin (1977) e Vergnaud (1988).

A pesquisa interpretativa procura analisar criticamente cada significado em cada contexto, já que os significados e as ações são contextuais. Portanto, tais pesquisas não podem ser generalizadas, a não ser que, repetindo a pesquisa em vários contextos diferentes, se encontrem os mesmos resultados.

Para Lutz e Ramsey (1974, p. 5 *apud* Moreira, 2003, p. 122), as diferenças entre os enfoques quantitativos e qualitativos não decorrem do que o pesquisador tem por objetivo estudar, mas da forma como ele é estudado. Em um estudo qualitativo, o pesquisador procura desenvolver hipóteses e não testá-las. Começa com suposições que guiam o pesquisador. Essas, diferentemente da pesquisa quantitativa, podem mudar ao longo da pesquisa.

Metodologicamente, o investigador qualitativo observa o objeto de pesquisa, anotando tudo o que acontece em um diário de bordo, coletando materiais, tais como, trabalhos dos alunos e gravações de discussões feitas por eles. O pesquisador, nesta perspectiva, descreve detalhadamente tudo o que ocorreu com seu objeto de pesquisa,

de modo a buscar convencer o leitor de suas conclusões. Desse modo, o pesquisador permite ao leitor ter elementos para concordar ou não com os resultados obtidos. Essa característica, da pesquisa qualitativa, facilita possíveis repetições da aplicação da pesquisa.

Segundo Massoni e Moreira (2006), a credibilidade está associada à qualidade da análise. É necessário trabalhar os dados, sintetizá-los, organizá-los, descobrir o que é importante e o que é secundário, decidir o que vai ser dito no produto final da pesquisa.

Essas são algumas das características gerais da investigação qualitativa. Há três metodologias principais dentro desse enfoque: o estudo de caso, a etnografia e a pesquisa-ação. Uma apresentação detalhada dessas metodologias são discutidas por Moreira (2002). Será citada aqui apenas a etnografia, pois ela foi usada na presente pesquisa, que é do tipo etnográfica (André, 2005).

4.2.2.1 Etnografia

Segundo André (1998) a investigação etnográfica procura descrever e compreender uma cultura, as ideias, valores, pressupostos e crenças, seus comportamentos e ações, a partir principalmente da observação participante e de entrevistas.

Ainda, segundo a mesma autora, na etnografia as hipóteses são formuladas durante o desenvolvimento da pesquisa, ou seja, as teorias surgem dos dados. O resultado da pesquisa é a compreensão que o pesquisador possui, de um grupo social, de uma situação e de uma cultura.

Aqui, teve-se a preocupação com a situação de aprendizagem, de grupos de alunos, frente ao ensino potencialmente significativo, de conceitos de Física aplicados à Engenharia. Quando a etnografia é aplicada no contexto educacional, segundo André (2005), esses estudos denominam-se estudos do tipo etnográfico.

4.2.2.2 Estudos do tipo etnográfico⁷

Para André (2005), os estudos etnográficos realizados no contexto educacional podem ser denominados do tipo etnográfico. Por haver uma diferença de enfoques nas

⁷ Seção baseada em Santarosa (2011).

duas áreas, antropológica e educacional, certos requisitos da etnografia não precisam necessariamente ser cumpridos em estudos educacionais.

Segundo a autora (ibid., p. 42), as características principais do estudo do tipo etnográfico são: a observação participante, a entrevista, a análise de documentos, a interação entre o pesquisador e o objeto pesquisado, a ênfase no processo e não nos resultados finais, a preocupação com o significado, a importância da visão pessoal dos participantes, o trabalho de campo, a descrição, indução e a busca de formulações de hipóteses, conceitos, abstrações, teorias e não sua tietagem.

A observação é chamada participante porque parte do princípio de que o pesquisador tem sempre um grau de interação com a situação estudada, afetando-a e sendo por ela afetado. As entrevistas têm a finalidade de aprofundar as questões e esclarecer os problemas observados. Os documentos são usados no sentido de contextualizar o fenômeno, explicitar suas vinculações mais profundas e completar as informações coletadas através de outras fontes (André, 1998, p.28).

Assim, a pesquisa do tipo etnográfico, que se caracteriza fundamentalmente pelo contato direto do pesquisador com a situação pesquisada, permite reconstruir processos e as relações que configuram a experiência escolar diária.

4.2.3 Pesquisa Quantitativa

4.2.3.1 Validade e Fidedignidade

Na abordagem quantitativa, os instrumentos devem possuir fidedignidade, validade interna e externa. De acordo com Moreira (2003), a fidedignidade de um instrumento refere-se à estabilidade, à reprodutibilidade, à precisão das medidas com ele obtidas, ao grau de consistência dos valores medidos. Portanto, se um teste é perfeitamente fidedigno, ao aplicá-lo duas vezes, nas mesmas circunstâncias, deverá encontrar os mesmos resultados. Entretanto, não é desejável aplicar várias vezes o instrumento no mesmo grupo. Por isso há a necessidade de utilizar procedimentos estatísticos, que permitam estimar a fidedignidade do instrumento, a partir das respostas de certo número de indivíduos. A ferramenta estatística para estimar a fidedignidade é a correlação. Correlações de 1 (100%) indicam perfeita fidedignidade, enquanto correlações próximas a zero indicam ausência de fidedignidade. Correlações entre zero e um significam níveis intermediários de confiança. Segundo Moreira e Rosa (2002), os valores aceitáveis do coeficiente de fidedignidade (alfa de Cronbach) dependem do que

se está medindo. Na área de atitudes e interesses, em que os dados são mais flexíveis e mutáveis, correlações da ordem de 0,7 são aceitas. Em outras áreas, é necessário valores acima de 0,85.

Segundo Silveira, Moreira e Axt (1989), para que o valor do coeficiente de fidedignidade do instrumento denominado alfa de Cronbach seja pouco influenciado pela flutuação estatística, é desejável que o número de respondentes seja de, pelo menos, cinco vezes maior do que o número de questões. Para calcular a fidedignidade do teste, este foi entregue para alunos da Engenharia, que o responderam e com tais dados foi calculada a fidedignidade do instrumento quantitativo.

Além de fidedigno, um instrumento precisa ser válido interna e externamente. A validação interna é até que ponto se pode dizer que os resultados obtidos foram conseguidos a partir do tratamento dado. Uma das formas de garantir isso é entregar o teste para especialistas corrigirem (validação de conteúdo). Desse modo, garante-se que o instrumento não conterà questões erradas, de sentido duplo, e que cada questão irá medir o que se deseja. Os questionários quantitativos e qualitativos foram entregues à três professores da UFRGS, que fizeram a validação interna. Para isso, também é desejável utilizar um delineamento experimental. Na impossibilidade de utilizá-lo, o delineamento quase-experimental também é aceito⁸. Há várias ameaças à validade interna, por exemplo: procedimentos experimentais, tratamentos ou experiências dos participantes que ameaçam a capacidade destes de fazerem inferências corretas a partir dos dados de um experimento, uso inadequado do procedimento, problemas na aplicação dos tratamentos. As ameaças também podem surgir a partir das características dos participantes⁹. Foram consideradas tais ameaças na pesquisa de doutorado.

A validade externa indica até que ponto os resultados encontrados podem ser generalizados além dos dados específicos do estudo. Não há preocupação com a validade externa nos questionários qualitativos, e a fidedignidade desses instrumentos depende do detalhamento do pesquisador, pois este precisa convencer o leitor que o instrumento está medindo o que se deseja. Potenciais ameaças à validade externa precisam ser identificadas. Essas surgem quando os experimentadores fazem inferências incorretas a partir dos dados da amostra para outras pessoas, outros ambientes e situações passadas ou futuras. Tal generalização não foi feita na presente pesquisa¹⁰.

⁸ Conforme será visto na próxima seção.

⁹ Para mais informações sobre os fatores que ameaçam a validade interna, consultar Cooper (2003).

¹⁰ Para mais informações sobre os fatores que ameaçam a validade externa, consultar Cooper (2003).

Na análise dos dados quantitativos, foram utilizados dois tipos de estatística (Dancey e Reidy, 2007): 1) A estatística descritiva é utilizada para sumariar, sintetizar, organizar e reduzir os dados. Ela foi utilizada para comparar o pré-teste e o pós-teste, do mesmo grupo, e para fazer a análise de fidedignidade dos instrumentos quantitativos. O pré-teste e o pós-teste possuíam as mesmas questões, devido a que os resultados não fossem originados de questões diferentes. Entretanto, Ausubel (2002) afirma que uma forma de identificar se houve indícios de aprendizagem significativa é se os alunos aplicam os conhecimentos ensinados em novas situações, isso foi buscado ao comparar os instrumentos qualitativos aos quantitativos; 2) A estatística inferencial permite inferir propriedades de uma população, a partir de uma amostra dessa população. Essa amostra foi utilizada para verificar se as diferenças de medidas entre os grupos são estatisticamente significativas.

4.2.4As Etapas de Pesquisa

Para responder as questões de pesquisa, foram seguidas as seguintes etapas:

- 1) Revisão da literatura do período de 2000 a 2013, relativa ao Método de Projetos e as UEPS;
- 2) Estudo dos conteúdos que foram abordados nas disciplinas de Física III para a Engenharia¹¹;
- 3) Elaboração de duas UEPS integrada ao Método de Projetos que foram implementadas na disciplina de Física III para a Engenharia;
- 4) Confecção, validação e cálculo de fidedignidade de um questionário¹² (8.11Pré-teste e pós-teste) que foi utilizado para identificar os conhecimentos prévios dos alunos e como pré-teste e pós-teste¹³;
- 5) Validação e cálculo da fidedignidade dos demais instrumentos;
- 6) Entrega dos instrumentos para três professores da UFRGS fazerem a validação de conteúdo e correção do mesmo;
- 7) Entrega do questionário a alunos de Física III da Engenharia para fazer o cálculo de fidedignidade do instrumento;

¹¹ Ver seção 8.1Plano de Ensino.

¹² Esse questionário foi elaborado a partir das premissas de Vianna (1978).

¹³ As perguntas contidas no pré-teste e pós-teste eram as mesmas, devido a utilização deles para fazer a análise quantitativa. Visando que se houvesse diferença entre os resultados advindos deles não fosse devido a alteração do instrumento. Entretanto, os conceitos avaliados nos pré-testes foram utilizados em outras situações (mapas conceituais, situações-problema, exercícios e prova) visando buscar indícios de aprendizagem significativa, a partir da substantividade.

8) Cálculo de fidedignidade do questionário, tirando questões com baixa correlação;

9) Aplicação e avaliação de duas UEPS integradas ao Método de Projetos, o qual está descrito na seção 5.1, na disciplina de Física III para a Engenharia em duas oportunidades distintas (grupo experimental). Ao longo do mesmo período, houve um grupo de controle;

10) Escrever artigos sobre os dados da tese: revisão bibliográfica (Parisoto, Moreira, Oliveira e Fischer, 2014), análise dos dados quantitativos (Parisoto, Moreira e Kilian, 2014) e integração entre dados qualitativos e quantitativos (Parisoto, Moreira e Dröse, 2014).

4.2.5 Coleta de Dados

Para a coleta de dados, foi utilizado um delineamento quase-experimental para amostras temporais equivalentes (Campbell e Stanley, 1979). Neste delineamento, são utilizados vários testes e observações (representadas por O no esquema da sequência) intercalando com um tratamento (X).

O1 XO2 XO3 XO4 XO5 XO6

Os testes qualitativos na pesquisa foram:

- mapas conceituais;
- mapas mentais;
- resolução de situações-problema;
- avaliação das UEPS;
- análise do contrato dos alunos;
- análise do projeto dos alunos;
- autoavaliações;
- apresentações dos alunos;
- anotações em um diário de bordo;
- prova.

Os testes quantitativos utilizados foram:

- questionário;

- prova.

O questionário foi utilizado para fazer a comparação entre o pré-teste e o pós-teste para buscar indícios de AS, a fim de encontrar os pontos necessários para melhorar na implementação da proposta e para identificar os conhecimentos prévios dos alunos. Devido a estes motivos as questões que compunham ambos eram as mesmas, afinal quando o instrumento é diferente pode haver críticas dizendo que se está medindo coisas diferentes ou a mesma coisa com instrumentos diferentes.

Foram feitas as análises dos resultados dos testes acima mencionados, buscando responder as questões de pesquisa propostas na seção 1.2 Questões de pesquisa.

Considera-se importante trabalhar com instrumentos qualitativos e quantitativos de forma complementar, assim como propõe Eisner (1981). Desse modo, é possível atingir uma visão binocular, mais confiável, uma vez que “olhar através de uma só lente nunca proporcionou muita profundidade de campo” (ibid., p. 13). Desse modo, foram utilizadas diferentes fontes de coleta e análise dos dados, tornando o fenômeno investigado mais completo e a pesquisa mais aprofundada.

4.2.6 Análise dos dados

Foram utilizados os referenciais teóricos explicitados no Capítulo 3. MARCO TEÓRICO para interpretar os dados coletados na metodologia qualitativa e quantitativa da pesquisa, buscando, dessa forma, alcançar os objetivos de pesquisa propostos na seção 1.2. Questões de pesquisa, o que está sistematizado na Figura 9.

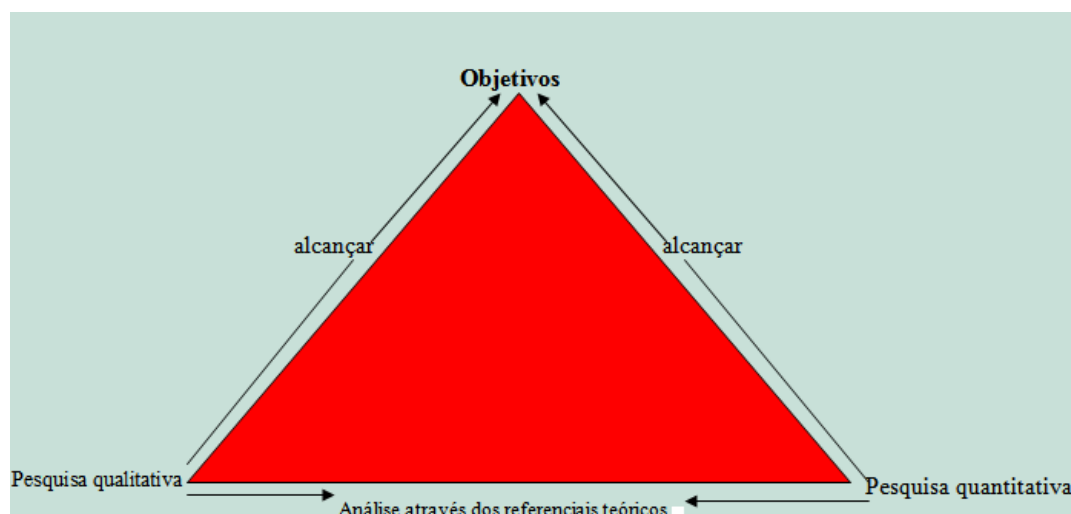


Figura 9: Utilização dos referenciais teóricos e metodológicos para alcançar os objetivos propostos.

Na sequência, é apresentada a forma de análise de cada um dos conjuntos de dados.

- Os mapas mentais e conceituais foram avaliados a partir das categorias propostas por Novak e Gowin (1984). Eles sugerem os seguintes critérios de classificação:

1. Proposições: atribuir um ponto para cada proposição válida e significativa que apareça no mapa conceitual.

2. Hierarquia: atribuir cinco pontos para cada nível hierárquico válido.

3. Ligações cruzadas: atribuir 10 pontos para cada relação cruzada que seja simultaneamente válida e significativa e dois pontos por cada relação cruzada que seja válida, mas que não traduza qualquer síntese entre grupos de proposições ou conceitos relacionados.

4. Exemplos: os acontecimentos ou objetos concretos que sejam exemplos válidos do que designam os termos conceituais podem valer um ponto cada.

5. Comparação dos mapas conceituais feitos pelos alunos com um mapa conceitual de referência construído pelo professor, sendo fornecida a pontuação a partir dessa comparação. Cabe lembrar que a comparação com o “mapa conceitual do professor” pode dar um viés comportamentalista ao uso de mapas conceituais.

- Os projetos, apresentações, contratos de trabalhos e situações-problema foram avaliados se possuíam conhecimentos procedimental, declarativo e de aplicação dos conhecimentos.

- Os demais instrumentos qualitativos foram avaliados a partir da análise de conteúdo de Bardin (2011).

- Os instrumentos quantitativos foram analisados a partir da estatística descritiva e inferencial¹⁴.

Caso os instrumentos mostrem indicativos de aprendizagem pode-se dizer que a UEPS foi exitosa.

Com o propósito de obter a condensação da tese e responder as questões de pesquisa, aqui são apresentadas a análise dos seguintes instrumentos: pré-teste e pós-teste (análise quantitativa), avaliação das UEPS, diário de bordo, contrato de trabalho, projeto e apresentação (análise qualitativa).

¹⁴ Para maiores informações ver seção 5.1.3.1.

5. RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados os resultados provenientes da pesquisa realizada em duas turmas de Engenharia, na disciplina de Física III, mais especificamente utilizando conceitos da Termodinâmica. Em cada uma dessas turmas, foram ministradas 60 horas-aula de integração entre as UEPS, o Método de Projetos e as situações-problema, sendo feita a análise a partir de instrumentos qualitativos e quantitativos. Embora as situações-problema podem compor as UEPS aqui ela foi destacada devido à ênfase dada em sua utilização, tanto na composição das aulas quanto na definição do tema geral a ser pesquisado pelos alunos para confecção do projeto. Cada uma das quatro seções que compõem o presente capítulo visa a responder uma das quatro questões de pesquisa. Para efeito de análise dos dados, as duas turmas do grupo experimental foram tratadas como uma, como sugere Venville *et al.*(2008). A síntese do capítulo é apresentada na Figura 10.

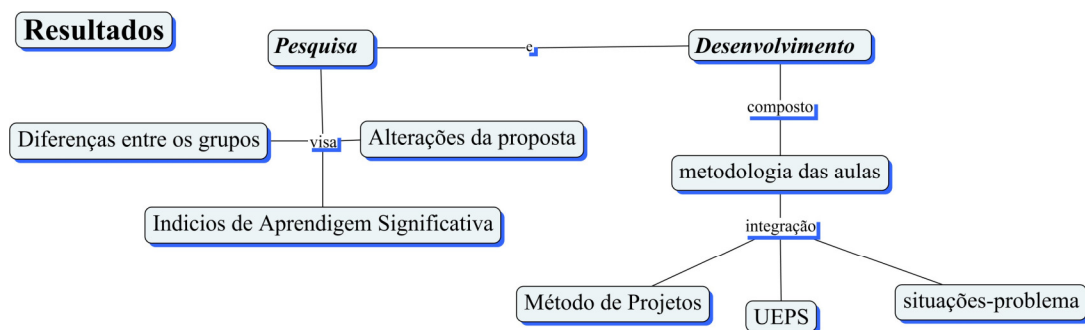


Figura 10: Síntese do capítulo sobre os resultados.

5.1 Integração entre o Método de Projetos e as UEPS

Na presente seção, são descritas as aulas nas quais há relações diretas com a comunidade (Campbell e Lubben, 2000). Também foram transcritas questões levantadas pelos alunos em ambas às turmas e descritas no diário de bordo, que fornecem indicativos de Aprendizagem Significativa ou indícios de que não houve aprendizagem.

A integração supracitada, como foi vista na seção 5.1.1, não se caracteriza por pesquisa, mas por desenvolvimento. Esta foi feita com o intuito de responder a primeira questão de pesquisa.

O Método de Projetos permeou as duas UEPS e culminou com a apresentação nas duas últimas aulas. Como sugere Nehring (2002), “deve-se esperar que a realização de projetos seja uma aplicação do conhecimento científico trabalhado previamente nos momentos disciplinares do currículo” Motschnig-Pitrik e Holzinger (2002) também sugerem que os conteúdos sejam ensinados antes de iniciar os projetos, para que os alunos tenham melhor autoeficácia.

Nos projetos, os alunos possuíam como objetivo buscar alternativas para responder a seguinte situação-problema, buscando assim contextualização dos conceitos físicos. “O estado do Rio Grande do Sul decidiu fazer uma cidade planejada autossustentável, para tanto há a necessidade de diminuir, por exemplo, a poluição, o consumo de água e energia, mas ao mesmo tempo deve-se ter conforto, como o térmico. Por essa razão, abriram uma licitação e sua empresa irá concorrer. Irá ganhar quem tiver as melhores ideias, a melhor apresentação oral e escrita e a melhor relação custo/benefício. Vocês deverão convencer o comprador.” (Rivet e Krajcik, 2004). Cabe destacar aqui que foi utilizado o auxílio de um colega engenheiro para fazer a avaliação das planilhas de custo/benefício. Este projeto foi dividido em quatro partes, seguindo o proposto por Rogers (1977). No apêndice 8.2, há a descrição das quatro partes do projeto, bem como os critérios pelos quais os alunos foram avaliados.

Os objetivos de ensino, das aulas ministradas, foram facilitar aos alunos a Aprendizagem Significativa conceitual dos conteúdos propostos, bem como matematizá-los e aplicá-los na futura área de atuação deles. Para isso, o professor precisa evitar tomar decisões pelo grupo e deve visar esclarecer as atividades (Júlio e Vaz, 2010).

Os objetivos de aprendizagem, das aulas ministradas, foram que os alunos sejam capazes de aplicar conceitualmente e procedimentalmente o aprendido na futura área de atuação deles.

Os alunos tinham atividades para realizarem em casa e na universidade, devido à avaliação ser formativa (O’Neil e McMahon, 2005 e Moreira, 2011). As atividades estão sintetizadas na Tabela 7.

Tabela 7: Tarefas desenvolvidas fora e dentro de sala de aula pelos alunos.

Atividades em aula	Atividades extraclasse
Organização dos grupos	Leitura do material antes da aula
Contrato de trabalho	Envio antes da aula de dúvidas
Testes	Desenvolvimento do projeto
Início da resolução das listas de exercícios	Elaboração da apresentação
Resolução de situações-problema	Término das listas de exercícios
Apresentação	
Prova	
Avaliação das aulas	

As atividades do professor foram divididas conforme Tabela 8.

Tabela 8: Tarefas desenvolvidas fora e dentro de sala de aula pelo professor.

Atividades extraclasse	Atividades em aula
Preparação do material	Ministrar aulas expositivas, no máximo de 40 minutos (Bruning, Schraw e Norby, 2011), iniciando e terminando com situações-problema.
Envio do material pela plataforma Moodle	Entregar avaliações corrigidas, fornecendo <i>feedback</i> aos alunos e oportunidade deles refazerem.
Agregar dúvidas dos alunos a aula preparada anteriormente.	Fornecer as tarefas e auxiliá-los na resolução.
Correção das atividades antes da próxima aula.	Avaliar os alunos.

Na Figura 11 há a síntese da integração entre Método de Projetos, as UEPS e as situações-problema. Donnelly e Fitzmaurice (2005 *apud* O'Neil e McMahon 2005) apontam a importância dos alunos não escolherem os temas dos projetos no início do curso e terem aporte de aulas teóricas para tal, devido à dificuldade de escolha e o perigo de diminuição do desenvolvimento da aprendizagem social, o que pode levar a perda de poder por parte dos alunos.

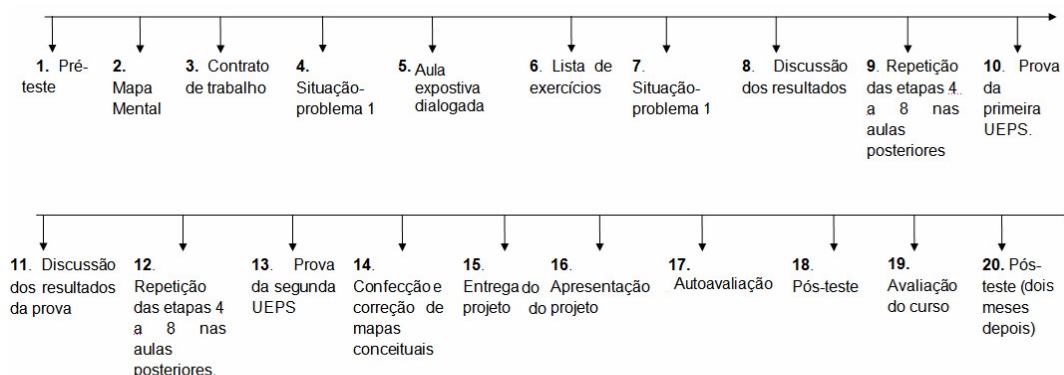


Figura 11: Síntese da integração entre UEPS, situações-problema e Método de Projetos.

De acordo com a fala de alguns alunos, observou-se a preocupação deles sobre a aplicabilidade da Física: “Por que é importante o uso da Física na construção?” (Aluno 49); “Qual a importância dos gases reais?” (Aluno 4); “Há como tornar real o rendimento máximo? Segundo a primeira lei da Termodinâmica, é estudado sobre calor, conservação de energia e também sobre trabalho. Como podem ser relacionados esses assuntos ao dia-a-dia? Quais são as aplicações dos gases reais e ideais e da primeira e segunda lei da Termodinâmica no cotidiano e em processos industriais?” (Aluno 5); “Além da aplicação da Primeira Lei da Termodinâmica nos gases, qual outro processo pode-se aplicar essa lei? Onde é aplicado, no nosso cotidiano, a Segunda Lei da Termodinâmica?” (Aluno 22). Durante o planejamento e implementação das aulas, houve preocupação em mostrar a aplicabilidade desses conteúdos na Engenharia.

Foi mantido em mente, durante à implementação da proposta, que grupos com dificuldade de interação, intolerância ao erro e com falta de habilidades interpessoais geram problemas difíceis de serem resolvidos por eles mesmos (Kinnunen e Malmi, 2005). Por isso, já no início das aulas, buscou-se identificar tais grupos e deu-se mais atenção a eles.

Houve um planejamento cuidadoso das aulas (Kinnunen e Malmi, 2005), o qual está descrito na Tabela 9 na qual há a descrição da primeira UEPS, integrado o Método de Projetos e as situações-problema aplicadas à Engenharia. Os conteúdos ensinados na primeira UEPS foram: escalas termométricas, dilatação e compressão linear, superficial e volumétrica, quantidade de calor, irradiação, convecção, condução. Essa UEPS foi formada por seis encontros de três horas cada, totalizando 18 horas de implementação.

Tabela 9: descrição da primeira UEPS integrada ao Método de Projetos e as situações-problema e indícios de Aprendizagem Significativa, coletados a partir do diário de bordo.

Aula	Pas-so	Síntese das aulas	Conceitos	Critérios de seleção e sequência	Equívocos e confusões	Alguns indícios de Aprendizagem Significativa, a partir de anotações feitas em um diário de bordo.
1.	1	<p>Apresentou-se aos alunos o plano de ensino (seção 8.1Plano de Ensino) da disciplina. Explicou-se detalhadamente o projeto que eles entregariam em duplas, pois segundo Kinnunen e Malmi (2005) e Prince (2004), respectivamente, os alunos assim preferem e possuem resultados positivos nos resultados acadêmicos. Entregou-se a eles um papel (seção 8.2) que resumia as quatro etapas do projeto e continha o que seria avaliado em cada uma delas e a data de entrega. Recolheu-se a autorização dos alunos para o uso dos dados coletados durante o semestre (seção 8.3Questionário de autorização dos alunos). Deixou-se livre a escolha do grupo de trabalho e começou-se a elaborar o contrato de trabalho (primeira etapa do Método de Projetos), como sugere Kinnunen e Malmi (2005) e Ardaiz-Villanueva <i>et al.</i> (2011).</p> <p>Conteúdo: dilatação e compressão: linear, superficial e volumétrica.</p> <p>Aspectos declarativos: saber as relações existentes entre a constituição do material, dimensões iniciais e finais, variação de temperatura.</p> <p>Aspectos procedimentais: relacionar matematicamente os conceitos envolvidos.</p> <p>Aspectos de aplicação da Física: instalação da rede elétrica de uma cidade, considerando as variáveis relacionadas com a Termodinâmica.</p>	<p>Comprimento; área; volume; coeficiente de dilatação linear, superficial e volumétrico; variação; equilíbrio térmico; frio; quente; temperatura e calor.</p>	<p>A UEPS iniciou com esse conteúdo por ele fornecer os alicerces para a Termodinâmica, sendo indispensável, por exemplo, em construções e na instalação da rede elétrica.</p>	<p>“O que aconteceria se o fio fosse instalado em um dia muito frio, aumentasse a temperatura e o fio fosse colocado sem sobre? O fio iria romper?” (A24). Aqui o aluno demonstra que não compreendeu que o aumento da temperatura do fio aumenta as dimensões e não as diminui. “Não existe um coeficiente de segurança para que o fio não fique muito no limite?” (A9). Neste caso, percebe-se que há relações apenas entre variação de comprimento e o coeficiente de dilatação, não relacionando com as demais variáveis. “O risco dos fios romperem aumenta se o comprimento for maior ou diminui?” (A47); “a dilatação tem relação com o comprimento inicial do material?” (A39). Tais alunos permaneceram, depois da instrução, com dúvida entre as relações de comprimento inicial do fio e variação de comprimento. “Suponha que um fazendeiro necessite montar uma cerca no inverno e precise deixá-la bem esticada o ano inteiro, o material que compõe o arame, bem como o</p>	<p>“Deveria ser considerado a energia gerada pela subestação?” (A6) “Fazer a rede subterrânea seria melhor do que a externa?” (A29). Neste mesmo sentido “Por que as redes elétricas não são instaladas no subsolo? Há fatores desfavoráveis?” (A18). “O que aconteceria se os fios fossem colocados em uma tubulação subterrânea em relação à dilatação?” (A23). “Qual seria a melhor maneira de fazer a rede elétrica, sabendo que a variação de temperatura entre inverno e verão é de 30°C?” (A17). “Qual seria o material utilizado que teria uma maior ‘vida útil’ quando exposto ao Sol?” (A41). “Se você fosse o engenheiro responsável pela instalação elétrica da cidade, você usaria fios de alumínio ou aço?” (A35). “Qual o acabamento mais indicado para cabos da rede elétrica?” (A25). “Qual seria o melhor material de fio a ser utilizado para uma cidade com o menor custo?” (A21). A aluna A1 afirmou que precisa ser um condutor elétrico, mas possui baixa dilatação. Um dos alunos fez uma pergunta que remeteu à Engenharia reversa: “se um material tem 100m a temperatura de 20°C, ao chegar em 50°C dilata cerca de 0,072m. Qual é esse material?” (A16).</p>
	2.	<p>Construção de um mapa mental com os conceitos utilizados nas duas UEPS, visando identificar os possíveis conhecimentos prévios dos alunos para, posteriormente, relacionar os conhecimentos do senso comum aos científicos, visando negociar significados conforme sugestão da literatura (Ausubel, 2002 e Moje <i>et al.</i>, 2001).</p>				
	3.	<p>Os alunos responderam a primeira situação-problema (<i>entregue</i>): suponha que você seja engenheiro e necessite escolher os parâmetros que utilizará para fazer a ligação elétrica de uma cidade: a) quais variáveis, relacionadas à Termodinâmica, você consideraria? b) quais idealizações, relacionadas à Termodinâmica, você faria? Utilize matemática para argumentar. c) dê um exemplo numérico. Dado: considere que a cidade possua as estações bem definidas.</p>				

	4.	Foi realizada uma aula expositiva de 40 minutos, iniciando-se com a ideia mais geral de dilatação, depois partindo para as dilatações e compressões específicas: linear, superficial e volumétrica. Na sequência, foi entregue o seguinte problema para eles discutirem e resolverem em duplas, pois, segundo Kinnunen e Malmi (2005), os alunos preferem estudar dessa forma, bem como melhorar os resultados de aprendizagem: “se a distância entre dois postes de luz é de 10m, o material do fio é cobre e a temperatura da cidade varia de -20 °C à 35°C, qual tamanho deve ter o fio se este for colocado a temperatura de 25 °C?”			comprimento do produto, vão influenciar para que o fazendeiro tenha êxito? Justifique” (A40). Este, mesmo depois do processo de instrução, não identifica as relações entre o material constituinte e suas dimensões.	
	5.	Posteriormente, foi utilizada a simulação contida em http://www.if.ufrgs.br/~leila/dilata.htm#linear . Antes e depois dos alunos verem, foi solicitado a eles que respondessem as seguintes questões, confrontando o predito com o observado, utilizando o método Predizer Observar e Explicar (POE) proposto por Tao e Gunstone, 2009: a) quais são as diferenças e semelhanças entre as dilatações nos sólidos? b) e em materiais diferentes? Antes e após a visualização das simulações foram debatidas as respostas dos alunos. Na sequência, foi entregue aos discentes uma lista para eles fazerem em duplas (8.4 Lista 1). Por fim, foram corrigidos os exercícios que eles mencionaram ter dificuldades.				
2.	6.	Foi escrito, em conjunto com os alunos um resumo sobre dilatação e compressão térmica.				
	1.	Conteúdo: escalas termométricas: Celsius, Kelvin e Fahrenheit; dilatação e compressão dos líquidos. Aspectos declarativos: saber relações entre as escalas termométricas mais utilizadas, criar uma escala termométrica e relacionar com outras já existentes. Aspectos procedimentais: relacionar tais conhecimentos matematicamente. Aspectos de aplicação da Física: instalação da rede elétrica de uma cidade utilizando diferentes escalas termométricas.	Temperatura, escalas termométricas e variação.	Tal conhecimento foi ensinado devido aos engenheiros utilizarem diversos equipamentos importados que possuem escalas diferentes da comumente usada no Brasil (Celsius). Então é importante eles saberem fazer as	(7) Os alunos montaram corretamente as escalas termométricas, entretanto erraram a montagem da equação e/ou o cálculo. Destes (2) apenas colocaram a fórmula para a transformação de Fahrenheit para Celsius e vice-versa; (3) apresentam as duas escalas, montaram corretamente a equação, mas apresentam erro nos cálculos; (1) errou o cálculo e não representou a escala Celsius; (1) não representou as escalas e também se equivocou nos cálculos.	Dos 80 alunos, dois não fizeram tal questão; 71 acertaram sua formalização; destes, 43 acertaram a questão completamente, ou seja, representaram corretamente a escala termométrica deles, a escala Celsius, compararam ambas, desenvolveram os cálculos, transformando um valor na escala criada em graus Celsius. (2) não representaram a escala Celsius e não atribuíram um valor da escala inventada por eles para ser transformada. (6) deixaram o resultado em forma de equação. (1) não apresentou os cálculos. (9) apenas não representaram a escala Celsius e (6) não representaram nenhuma das
	2.	Foi solicitado aos alunos que respondessem a segunda situação-problema (<i>entregue</i>) antes e após o início da aula, de modo a ser possível identificar seus conhecimentos prévios e buscar indícios de Aprendizagem Significativa. a) Invente sua escala termométrica e represente-a; b) represente também a escala Celsius; c) transforme uma temperatura de sua escala para °C.				

3.	Apresentação de uma parte do seriado “ <i>Dr. House</i> ”, na qual o médico mede a temperatura de um paciente em Fahrenheit. Depois disso foi discutido sobre qual a importância das escalas termométricas e de saber transformá-las. Estas conclusões foram colocadas no quadro.		transformações. Tal conteúdo foi apresentado depois de dilatação, pois alguns termômetros ainda usam esse conceito para medirem a temperatura.		escalas.
4.	Foi mostrada a constituição de uma escala termométrica. Depois se especificou para as escalas Celsius, Kelvin e Fahrenheit. Mostrou-se como transformar da escala Celsius para Kelvin e vice-versa, solicitando aos alunos que transformassem essas duas escalas para Fahrenheit. Mostrou-se o seguinte software que eles podem utilizar para fazerem as transformações de escala: http://www.metric-conversions.org/ . Ensinou-se os alunos a instalarem o software no celular.				
5.	Foi solicitado aos alunos que, em duplas, buscassem as semelhanças e diferenças entre as escalas termométricas.				
6.	Posteriormente, a professora-pesquisadora e os alunos apontaram as semelhanças e diferenças entre as escalas termométricas. Foram resolvidos exercícios sobre dilatação linear, superficial e volumétrica, com temperaturas em escalas diferentes, para eles relacionarem os conteúdos.				
7.	Foi solicitado aos alunos que respondessem novamente a primeira e a segunda situações-problema (<i>entregue</i>).				
3.	<p>1. Conteúdo: calor sensível e latente. Aspectos declarativos: que os alunos sejam capazes de identificar as semelhanças e diferenças entre o calor sensível e latente. Aspectos procedimentais: possam utilizar o conhecimento para identificar qual o material que compõe uma determinada amostra; saber como mudar a temperatura ou o estado de um determinado material de forma mais eficaz; formalizar as relações entre os conceitos. Aspectos de aplicação da Física: economizar energia em processos onde há fornecimento ou retirada de energia térmica; utilizar tal conteúdo para fazer engenharia reversa; identificar quando usar cada um deles.</p>	Capacidade térmica, quantidade de calor: sensível e latente, calor específico e massa.	Depois de serem ensinados conceitos como temperatura, calor, pôde-se utilizar estes conteúdos na Engenharia reversa, ou seja, a partir do calorímetro, pode-se identificar o material que compõe uma determinada	Destacou-se na próxima coluna da direita algumas palavras. Na primeira cabe o seguinte questionamento. Como fornecer uma quantidade controlada de calor? Cabe destacar aqui que os alunos ainda não haviam aprendido as propriedades envolvidas nas trocas de calor. Na segunda, o aluno apresenta confusão entre calor e temperatura. Na terceira, o aluno usa um termo comum embora equivocado, que se relaciona ao conjunto formado por irradiação,	O aluno A39 colocou os seguintes conceitos em ordem cronológica: gelo (<0°C), Calor sensível, gelo (0°C), calor latente, água (0°C), calor sensível, água (100°C), calor latente, vapor (100°C), calor sensível. Nesta, pode-se afirmar que o aluno sabe distinguir os dois tipos de calor e identificar quando utiliza cada um dos dois. O 40 explicou o que acontece com a temperatura do gelo até ele virar vapor: “o calor sensível aturia até o início da fusão do gelo em água, e o calor latente substituiria a atuação do calor sensível, que por sua vez
2.	Entregou-se aos alunos os mapas mentais corrigidos. Foram discutidos com eles alguns equívocos e acertos.				

	3.	Foi reproduzido uma parte do programa “Mundo de Beakman”, intitulado “S03E06 - Sol, cozimento de batata ao Sol, metamorfose”, no período de 13h20min a 13h30min. A partir desse vídeo, foi proposta a terceira situação-problema (<i>entregue</i>), para que os alunos respondessem em duplas: “uma batata está sobre uma mesa, a céu aberto, em um dia ensolarado: a) como você faria para cozinhá-la o mais rápido possível, usando apenas a energia solar? b) se no lugar da batata tivéssemos gelo, o que iria acontecer com a temperatura dele? c) quais processos térmicos ocorreriam com o gelo até ele virar completamente vapor? d) se você quiser que ele evapore mais rapidamente, o que se pode fazer?”		peça.	condução e convecção. Na última, o aluno confundiu calor latente e calor sensível, pois como a placa está variando de temperatura, não fornece calor latente, mas sensível, embora ele tenha mostrado entendimento quando explicou o que acontece com a temperatura do gelo até ele	voltaria a agir quando o gelo virasse água. Se a temperatura não atingisse 100 °C, a água iria evaporar por meio da sua volatilidade, caso a temperatura atingisse 100 °C e mais calor fosse fornecido, haveria calor latente, e a água iria entrar em ebulição e evaporaria”. O aluno conseguiu identificar as diferenças entre calor sensível e latente e que há, pelo menos, duas formas do H_2O passar do estado líquido para o gasoso. O mesmo aluno explicou sobre como utilizar o calor sensível e latente para identificar o material que compõe uma placa: “usando calor sensível, eu poderia medir a temperatura da placa e sua massa, aplicar uma quantidade controlada de calor e verificar a variação de calor , a fim de definir, através da fórmula do calor sensível, qual o valor do calor específico e fazer a checagem em tabelas para definir o material. Para definir o material da placa através do calor latente, poderia se observar a massa e a quantidade de calor necessária para fundir a placa por completo, utilizar a fórmula do calor latente para descobrir seu valor e então verificar na tabela qual o material correspondente. Outra maneira seria verificar quanto a temperatura de uma placa diminui, em contato com gelo a 0°C, até derreter determinada quantidade de água congelada (a qual sabemos o calor latente) e descobrir com auxílio da propagação de calor qual o calor latente da placa ”. O aluno mostrou conhecimento da aplicação da quantidade de calor sensível e latente. Os pontos em negrito serão discutidos na coluna à esquerda.
	4.	Posteriormente, a partir do que os alunos responderam, foi apresentado o conteúdo, buscando explicar e discutir as respostas deles, partindo inicialmente da parte conceitual para as relações matemáticas existentes entre os conceitos. Sequencialmente, foram feitos alguns exercícios no quadro.				
	5.	Foi entregue aos alunos uma lista com exercícios conceituais e formais (8.5 Lista 2). Eles responderam em duplas e entregaram os exercícios respondidos como parte da avaliação formativa. As listas que os alunos resolveram nas UEPS eram também resolvidas pela professora-pesquisadora e disponibilizadas na plataforma Moodle, para que depois os alunos pudessem corrigir suas respostas e sanar dúvidas.				
4.	5.	Devolveu-se aos alunos a lista de exercícios corrigida. A professora-pesquisadora mostrou alguns erros e acertos e corrigiu alguns exercícios solicitados pelos alunos. Tais exercícios possuíam temperaturas em escalas termométricas diferentes, e tinham relação com os conteúdos aprendidos até então.				
	6.	Foi feito no quadro, em conjunto com os alunos, um mapa conceitual com os conceitos ensinados até então.				

1.	<p>Conteúdo: condução, irradiação e convecção. Aspectos declarativos: identificar semelhanças e diferenças entre irradiação, convecção, condução. Aspectos procedimentais: formalizar as relações entre os conceitos; criar projetos para diminuir a temperatura dentro das edificações. Aspectos de aplicação na Engenharia: construção de edificações que visem o conforto térmico, minimizando a necessidade de utilização de fontes de energia poluentes. Aspectos de aplicação na sociedade: instigar os alunos que eles, em conjunto com a professora/pesquisadora, desenvolvam projetos e os implementem na sociedade.</p>	Convecção, irradiação e condução.	Convecção, irradiação e conduções importantes para, por exemplo, buscar alternativas para projetar casas autossustentáveis, as quais diminuam o fluxo térmico de fora para dentro da residência, quando a temperatura exterior é mais elevada e diminua o fluxo de energia térmica de dentro para fora da casa quando a temperatura exterior é mais amena, potencialmente diminuindo o uso de aquecedores e refrigeradores.	Há três equívocos na fala do aluno A9, conforme destacado na próxima coluna: 1) numa situação real, onde os corpos possuem temperaturas diferentes não há como evitar a troca de energia térmica entre estes; 2) o calor é a troca de energia térmica; então fica redundante escrever a troca de calor, como o aluno escreveu; 3) frio é uma sensação térmica, então não pode ser trocado. O aluno A26 mencionou que “a radiação passa de molécula para molécula”. Entretanto a radiação não precisa de um meio material, ou seja, não precisa de moléculas para se propagar. O aluno 3 que escreveu “para aquecer o ambiente colocaria em um ambiente mais baixo, pois o calor sobe e para resfriar colocaria em um local mais alto, pois o frio desce.” O aluno não explicou tal afirmação, novamente são utilizados erroneamente os conceitos de frio e calor. “Para diminuir o fluxo de energia térmica construiria paredes compostas, utilizando entre elas uma camada de polipropileno” (A18). Como a condutividade do polipropileno é 0,17 W/mK e do ar é 0,023 W/mK, portanto é melhor deixar ar entre as paredes.	“Usaria isolantes térmicos nas paredes como pneu moído ou fibra cerâmica, o que evitaria a troca de calor ou de frio para dentro ou fora da casa. No telhado, utilizaria telhas brancas para refletir a irradiação” (A9). Os alunos mostram que compreendem corretamente a relação entre fluxo de energia térmica, material que compõe uma estrutura e seu valor de condução térmica. Quanto ao posicionamento do climatizador e a relação com irradiação, condução e convecção, o aluno A11 mencionou que “[...] ajudaria também se fosse colocado próximo a materiais que conduzam mais calor e em ambientes que tenham as paredes menos condutoras”. Sendo assim, se o ambiente está sendo mantido a uma temperatura de 20 °C e a temperatura exterior for de 40 °C quanto menos condutora for a parede menos consumo de energia terá. Porém, se dentro do resssinto haver objetos que conduzem melhor a energia térmica, a temperatura da sala será mais uniforme.
2.	A partir da situação-problema da aula anterior, foram identificados os conhecimentos prévios dos alunos. Foi chamada a atenção deles para os equívocos por eles apresentados.				
3.	Foi mostrado para os alunos o vídeo (http://www.youtube.com/watch?v=0vntC-7Gktw). Este versa sobre o funcionamento da garrafa térmica, a brisa do mar, como a radiação do Sol chega a Terra, a poluição do ar nas cidades e a influência na saúde das pessoas em temperaturas diferentes. A partir disso, foi solicitado para que os alunos, em duplas, respondessem a quarta situação-problema (<i>entregue</i>): explique, a partir da irradiação, convecção e/ou condução: (a) como funciona a garrafa térmica? (b) como ocorre a brisa marinha durante o dia e à noite, (c) como a radiação do Sol chega até à Terra, (d) por que em dias mais frios há mais problemas respiratórios devido à poluição? (e) onde você colocaria os aparelhos para resfriar e aquecer uma residência? Posteriormente, eles responderam a quinta situação-problema (<i>entregue</i>): com base no estudado até agora (a) como você projetaria uma casa, no Rio Grande do Sul, para que no verão não seja necessário resfriá-la e no inverno não seja necessário usar aquecedor? Justifique a partir da Termodinâmica. Use pelo menos três ideias; (b) para essa finalidade seria melhor usar madeira ou tijolo? Ver tabela da condução térmica; (c) quais as diferenças entre paredes simples e compostas?				
4.	Foi escrito no quadro: “cite exemplos de situações onde há transferência de energia interna”. Os alunos foram mencionando vários exemplos e estes foram divididos em radiação, condução e convecção.				

	5.	Apresentou-se conceitualmente os conteúdos propostos para a aula, forneceu-se exemplos conceituais. Depois, iniciou-se a parte formal do conteúdo, fornecendo-se exemplos matemáticos. Solicitou-se aos alunos que respondessem novamente as situações-problema da etapa 3. Deu-se mais uma lista para eles fazerem e entregarem como parte da avaliação formativa (8.6 Lista 3). Essa lista foi corrigida e entregue a eles. Sua resolução também foi disponibilizada na plataforma Moodle.				
5.	1.	Conteúdo: todos os conteúdos na UEPS. Aspectos declarativos, procedimentais e de aplicação da Física: os mencionados nas aulas 1 a 4.	Todos os conceitos usados na UEPS.	A UEPS sugere que o conteúdo seja apresentado aos alunos em um nível crescente de dificuldade, utilizando novas ferramentas representacionais. Procurou-se, nesta aula, rever os conteúdos e aprofundá-los.	A professora-pesquisadora apontou os seguintes equívocos apresentados pelos alunos nas situações-problema e nos mapas mentais: 1) na terceira situação-problema, três alunos escreveram que poderia ser colocado um material com capacidade térmica maior sobre a batata, para aumentar mais rapidamente a variação da temperatura. Não deixaram claro se sabem diferenciar calor específico de capacidade térmica; 2) quatro alunos demonstraram que não compreendem que a capacidade térmica é inversamente proporcional à variação de temperatura; 3) seis alunos afirmaram que colocar areia no meio das paredes diminui o fluxo de energia térmica. Entretanto, como o valor da condução térmica da areia é maior do que a do ar, isso não está correto; 4) três alunos mencionaram que o frio passa, na verdade isso é uma sensação térmica; o que é transmitido é a energia térmica do corpo mais quente para o corpo mais frio.	Esta aula ficou mais centrada no professor. Portanto, não houve indicativos de aprendizagem mecânica, significativa e de ausência de aprendizagem. Também não se identificaram equívocos dos alunos.
	5.	A professora-pesquisadora trouxe, para serem debatidos, os pontos nos quais os alunos apresentaram equívocos nos mapas mentais e nas situações-problema para discutir com os alunos. Na primeira situação-problema foi solicitado que eles justificassem, relacionassem com energias renováveis, com a diminuição do custo e formalizassem as respostas. Também foi necessário explicar para eles o que são variáveis e o que são idealizações. Na segunda situação-problema, a professora-pesquisadora criou a escala “Mara” e relacionou com as escalas Celsius, Kelvin e Fahrenheit. Na terceira situação-problema, foi solicitado aos alunos que utilizassem apenas energia solar. Após isso, foram corrigidos os equívocos, explicando o exercício matematicamente, e discutido a importância do papel laminado no cozimento dos alimentos, lembrando aos alunos a necessidade de justificar as respostas. A quarta situação-problema foi reexplicada e debatida com os alunos. Para debater a quinta situação-problema, a professora-pesquisadora levou o valor da condução da madeira e do concreto, explicando a partir desses valores a questão matematicamente.				
	6.	Foi construído um mapa conceitual, com todos os conceitos utilizados na primeira UEPS com os alunos. Posteriormente, foram resolvidos exercícios conceituais e formais.				
	7.	A avaliação dessa UEPS foi feita a partir das situações-problema (duas versões, uma antes e outra após as aulas), do mapa mental (implementado no início do UEPS), do diário de bordo, da prova, do mapa conceitual e da resolução das listas de exercícios. Os alunos também foram avaliados a partir do contrato de trabalho, do projeto, da apresentação do projeto e da autoavaliação, respectivamente, primeira, segunda, terça e quarta etapa do Método de Projetos.				

6.	7.	Prova: avaliação final individual da UEPS (apêndice 8.7 Prova 1).	Todos os conceitos usados na UEPS.	A UEPS precisa ser avaliada e apenas é considerada exitosa se há indícios de Aprendizagem Significativa.		
----	----	---	------------------------------------	--	--	--

Tabela 10: Descrição da segunda UEPS integrada ao Método de Projetos e indícios de Aprendizagem Significativa, coletados a partir do diário de bordo.

Aula	Pas- so	Síntese das aulas	Conceitos	Critérios de seleção e seqüência	Equívocos e confusões	Alguns indícios de Aprendizagem Significativa, a partir de anotações feitas em um diário de bordo.
7.	1.	<p>Conteúdos: gases reais e ideais.</p> <p>Aspectos declarativos: saber diferenciar os gases reais dos gases ideais; relacionar corretamente pressão, volume e temperatura nas duas aproximações; saber as idealizações que permitem a utilização da equação dos gases ideais em detrimento dos gases reais; compreender o que é umidade relativa.</p> <p>Aspectos procedimentais: matematizar as relações entre os conceitos; saber medir a pressão; conhecer como aumentar a pressão da água nas torneiras.</p> <p>Aspectos de aplicação da Física: funcionamento de motores; saber quando o índice de umidade relativa é prejudicial à saúde; facilitar o cozimento de alimentos; medir a pressão.</p>	Pressão, força, área, volume, temperatura, massa molar, massa, moléculas, átomos, deslocamento, trabalho, adiabático, isovolumétrico, isotérmico, isobárico, graus de liberdade, energia interna, raio atômico, ponto triplo, ponto crítico, umidade relativa do ar e calor específico.	O conhecimento sobre os gases reais e ideais podem ser usados em várias circunstâncias na profissão do engenheiro, por exemplo, em uma caldeira, onde a temperatura gerada pela queima de combustíveis fósseis não pode gerar uma pressão maior do que ela pode suportar, caso contrário ela explodirá. Esse conhecimento precisa de subsunçoes, tais como calor, temperatura,	“Rigorosamente, somente a altas temperaturas e baixas pressões a Lei de Boyle se assemelha aos gases ideais?” (A45). A lei de Boyle é utilizada apenas para gases ideais. “Qual é a relação entre gases ideais, graus de liberdade e capacidade calorífica?” (A21). “Em quais condições ambientais podemos dizer que a maioria dos gases reais comportam-se qualitativamente como um gás	“O que faz com que os gases se solidifiquem quando a temperatura é diminuída?” (A19). “Para um gás ser ideal, deve haver pouca pressão?” (A19). “Quais as principais características dos gases reais que os diferenciam dos gases ideais? O que acontece quando um gás ideal é aquecido na atmosfera?” (A31) “É possível que um gás real se torne um gás ideal? O que é o comportamento térmico dos gases ideais?” (A10). “Quando um gás real torna-se perfeito?” (A6). “Se você encher uma bexiga ao nível do mar e depois levá-la ao alto de uma montanha, o que ocorrerá com o volume da bexiga?” (A38). “Quais foram as motivações que levaram os pesquisadores a se relacionarem com o estudo dos gases? Os gases ideais existem realmente?” (A34) “Quando o comportamento de um gás real aproxima-se de um gás ideal?”
	2.	As provas da primeira UEPS foram entregues e foram corrigidos os exercícios da prova no quadro, apontando equívocos dos alunos e discutindo-os. Posteriormente, foram feitas as seguintes indagações para os alunos:				

Aula	Pas- so	Síntese das aulas	Conceitos	Critérios de seleção sequência	Equívocos e confusões	Alguns indícios de Aprendizagem Significativa, a partir de anotações feitas em um diário de bordo.
		<p>1. Se há pouca pressão de água nas torneiras de uma residência, o que vocês podem fazer para aumentar a pressão?</p> <p>2. O que significa dizer que a pressão sanguínea está 12 por 9?</p> <p>3. Está correto dizer: “tirar a pressão”? Justifique. Se não é correto, como você diria?</p> <p>4. É mais fácil cozinhar alimentos a altas altitudes ou a baixas? Por quê? Posteriormente, foram mostradas várias imagens de objetos. Solicitou-se que eles classificassem em ordem crescente a pressão que estes objetos eram capazes de oferecer, se fosse incidida sobre eles a mesma força. Essas questões foram utilizadas para serem identificados os conhecimentos prévios dos alunos referentes à pressão, conceito este relevante no estudo dos gases ideais e reais e na primeira lei da Termodinâmica. Depois foi explicado conceitualmente e formalmente o conceito de pressão, utilizando diversos tipos de unidades de medidas e realizando as transformações entre elas.</p>		dilatação, compressão. Por isso, há a necessidade de ser apresentado depois dos conteúdos da primeira UEPS.	ideal?” (A25). “O que diferencia os gases reais dos ideais, conceitualmente, além da fórmula diferente?” (A21) “O que acontece com o comportamento do gás se ele estiver exposto à alta temperatura e à baixa pressão? O que se pode afirmar sobre uma amostra de gás perfeito que tem sua temperatura quadruplicada?” (A33). “Porque os gases monoatômicos em condições de baixa pressão e alta temperatura assemelham-se com os gases reais?” (A22) “O modelo de gás ideal pode ‘falhar’? Se sim, em quais condições?” (A7). Os alunos, depois do processo de instrução, não compreendem tais conteúdos.	(A41). “A energia de interação de choque entre moléculas pode modificar o comportamento de um gás real, mesmo em pequenas proporções? Por que a energia de interação entre as moléculas de gases ideais é considerada desprezível?” (A11). Quais os Gases Reais que mais se aproximam ao comportamento de um Gás Ideal? (A42). “Sempre há o choque das moléculas em um átomo ou este ato nem sempre ocorre? É possível encontrarmos um gás ideal na natureza. Se não, em quais condições eles poderiam ser encontrados?” (A43). “Podemos utilizar os gases reais em sistemas de refrigeração ou em ares-condicionados?” (A13) “O que acontece com as moléculas quando o volume aumenta?” (A49).
	3.	Os alunos responderam, em dupla, a sexta situação-problema (<i>entregue</i>) antes e após a aula: “como funciona o motor de um carro a gasolina?”				

Aula	Pas- so	Síntese das aulas	Conceitos	Critérios de seleção seqüência	Equívocos e confusões	Alguns indícios de Aprendizagem Significativa, a partir de anotações feitas em um diário de bordo.
	4.	<p>Iniciou-se o estudo dos gases ideais, mostrando, conceitualmente, a partir da simulação(http://phetcolorado.edu/pt_BR/simulation/gas-properties), quais são as relações entre pressão, volume, trabalho, temperatura e número de mols. Chegou-se formalmente às equações que as relacionavam. Depois se mostrou conceitualmente e formalmente como essas relações ficavam em quatro situações distintas: a) quando a pressão, b) o volume e c) o trabalho ficam constantes; d) quando não há troca de calor com o meio. Essa parte foi intercalada com a resolução de exercícios, e aplicação de tais conhecimentos no funcionamento dos motores a 4 tempos. Posteriormente, foi ensinado o teorema de equipartição de energia, a partir dos conceitos aprendidos na primeira UEPS, relacionando capacidade térmica com energia interna, intercalando com resolução de exercícios.</p>				
	5.	<p>Os alunos foram instigados a responderem e entregarem em duplas a sétima situação-problema (<i>entregue</i>). Essa foi discutida antes da aula, mas apenas foi entregue depois: “para os gases ideais, é utilizada a equação de estado de Clapeyron ($P_i V_i = nRT$). (a) Chegue, a partir dela, matematicamente, à equação de Van der Waals; (b) quais são as variáveis desconsideradas nos gases ideais que devem ser consideradas nos gases reais?” A partir da discussão gerada por essa situação-problema, mostrou-se, formalmente e conceitualmente, como, a partir da equação de estado de Clapeyron, chega-se a equação de Van der Waals. Foi explicado os gases reais, mostrando as relações existentes entre as constantes de Van der Waals e situações do cotidiano. Tal parte expositiva foi intercalada com resolução de exercícios e análise de gráficos.</p> <p>Posteriormente, foi analisado um diagrama de fase, usando as relações entre os conceitos de pressão e temperatura, vistos nos gases reais e ideais, para facilitar o entendimento pelos alunos deste conteúdo.</p> <p>Por fim, foi passada uma reportagem na qual a repórter falava sobre a umidade relativa do ar (http://www.youtube.com/watch?v=S8Ft917mcTQ). A partir desta e utilizando o conceito de volume aprendido nos gases reais e ideais, foi ensinado os alunos a calcular a umidade relativa do ar. Solicitou-se a eles que fizessem uma síntese do aprendido nesta aula.</p>				

8, 9 e 10	6.	O resumo que os alunos fizeram na aula anterior potencialmente ajudou para que eles contribuíssem numa síntese que foi feita no quadro.	Adiabático, isovolumétrico, isotérmico, isobárico, área, pressão, força, volume, temperatura, trabalho, energia interna, rotação, translação, energia de ligação e quantidade de calor.	É necessária a compreensão desses conteúdos para entendimento, por exemplo, do motor a quatro tempos. Precisa ser ensinado depois que conceitos como temperatura, calor, equilíbrio térmico, pressão, volume, e temperatura já estejam bem consolidados na estrutura cognitiva dos alunos.	“Pode-se criar energia ou ela sempre será conservada?” (A35). “O trabalho feito durante um dia por um corpo tem algum tipo de conservação de energia ou ele apenas perde energia?” (A1). “Segundo a 1º lei da Termodinâmica, seria possível um sistema criar ou consumir energia?” (A38). A energia não é criada nem perdida, mas sim transformada.	“Se não houver um trabalho agindo, o calor será igual à energia interna?” (A19). “Qual a relação entre energia interna e trabalho?” (A31). “Como consequência da compressão adiabática sofrida por um gás, a densidade do gás e sua temperatura aumentam ou diminuem?” (A10). “Quem inventou a primeira lei da Termodinâmica?” (A12). “Visto que é possível converter trabalho completamente em calor e na prática é impossível converter completamente calor em trabalho, sem haver alteração na vizinhança, qual é a diferença entre calor e trabalho?” (A21). “A variação de energia interna de um sistema está relacionada a quais fatores? Qual a diferença entre sistemas fechados e abertos? Quais são as condições para as transformações Termodinâmicas ocorrerem?”(A13). Os alunos demonstraram que não compreenderam alguns tópicos específicos do conteúdo.
	1	Conteúdos: primeira lei da Termodinâmica, processos termodinâmicos e transição de fase. Aspectos declarativos: compreender as relações existentes entre pressão, volume, trabalho e temperatura; identificar processos termodinâmicos distintos; saber e identificar os fatores que influenciam na transição de fase. Aspectos procedimentais: relacionar matematicamente os conceitos envolvidos. Aspectos de aplicação da Física: funcionamento de motores a quatro tempos.				
	2.	Foi mostrado aos alunos dois vídeos (http://www.youtube.com/watch?v=UmugjVk4GII e http://www.fisicareal.com/transfGas.html) que detalhavam a seguinte situação: “o interior de um vagão-tanque foi lavado com vapor d’água, por uma equipe de limpeza, ao entardecer. Como o serviço não havia terminado, no final da jornada de trabalho, eles fecharam o vagão hermeticamente e assim o deixaram durante a noite. Quando retornaram na manhã seguinte, descobriram que alguma coisa havia esmagado o vagão, apesar de suas paredes de aço extremamente resistentes; foi como se alguma criatura gigantesca de um filme de ficção científica tivesse pisado sobre o vagão” (Halliday, Resnick e Walker, 2001). Explique como o vagão-tanque foi esmagado durante a noite? Use as relações entre pressão, trabalho, volume e temperatura mostrando as diferenças se for considerado os gases reais e ideais. Os alunos responderam em dupla, antes e após a aula, esta que é a oitava situação-problema (entregue). Depois, a professora-pesquisadora solicitou que os alunos falassem as respostas que eles deram a tal situação-problema. As seguintes questões foram feitas oralmente: a) o tanque seria esmagado da mesma forma se houvessem dois gases diferentes? b) a quantidade de moléculas de gás irá influenciar? Foi debatido brevemente sobre o assunto.				
3.	Foi desenhado no quadro um sistema que continha um gás confinado em um cilindro com um pistão móvel. Sobre o pistão, há					

		<p>esferas de chumbo que podem ser removidas ou adicionadas. As paredes do cilindro são feitas de material isolante, que não permitem qualquer transferência de calor, mas o fundo do cilindro contém uma fonte de energia térmica, cuja temperatura pode ser controlada. Perguntou-se aos alunos: a) o que acontece com a temperatura, a pressão e a energia interna do gás se alguém aumentar a temperatura da fonte de energia térmica e o êmbolo não se mover? b) o que ocorre com a temperatura, a pressão e a energia interna se o êmbolo estiver livre para se movimentar? c) se a temperatura da fonte de energia térmica permanecer constante e o êmbolo for comprimido, o que acontecerá com a temperatura, o volume, o trabalho, a pressão e a energia interna do gás? d) se o êmbolo for descomprimido, o que acontecerá com as mesmas variáveis? Foi discutido tal situação-problema no quadro. Os alunos foram dizendo as sugestões para a resposta enquanto a professora-pesquisadora as escrevia no quadro.</p>				
	4.	<p>A partir das respostas dos alunos, foram repassados, consecutivamente, conteúdos sobre a primeira lei da Termodinâmica, processos termodinâmicos e transição de fase. Para explicar sobre trabalho e pressão, partiu-se do conhecimento do que eles possuíam de Física 1. Essa atividade foi intercalada com aula expositiva e resolução de problemas.</p>				
	5.	<p>Voltou-se a situação-problema do passo 3 da UEPS, mostrando as respostas corretas e as alternativas que possuíam equívocos, fazendo a negociação de significados, a partir da mediação docente. Entregou-se aos alunos uma lista de exercícios (8.8 Lista 4) para que eles respondessem em casa e entregassem na aula seguinte.</p>				
11	6.	<p>A professora-pesquisadora trouxe três vídeos que sintetizavam os conteúdos ensinados nas três aulas anteriores (http://www.youtube.com/watch?v=_SaoYI5tjwY; http://www.fisicareal.com/transfGas.html; http://www.youtube.com/watch?v=gNkjI_i-dlQ). No início dessa aula, foi feito, em conjunto com os alunos, um mapa conceitual resumindo o que os alunos tinham estudado nas aulas 7, 8, 9 e 10. Depois dessa revisão conceitual, foi feito um exercício no quadro.</p>	<p>Rendimento, entropia, energia, equilíbrio térmico, temperatura, trabalho, energia interna,</p>	<p>Os engenheiros em sua profissão podem ter como responsabilidade (dependendo de qual área) a projeção, com máximo rendimento e o</p>	<p>“Se fontes externas contrárias diminuem o trabalho do gás, este pode se tornar nulo caso essa fonte externa seja mais forte?” (A19). Demonstra a não compreensão de vetores.</p>	<p>“É possível que haja transferência de calor de um corpo com temperatura menor para um corpo com temperatura maior sem a ação de agentes externos?” (A11). “Qual a relação entre entropia e a segunda lei da Termodinâmica?” (A10). “Como o calor pode ser</p>

1.	<p>Conteúdo: Segunda Lei da Termodinâmica e ciclo de Carnot.</p> <p>Aspectos declarativos: compreender, a partir da segunda lei da Termodinâmica, o funcionamento dos refrigeradores e das máquinas térmicas; para os alunos serem capazes de identificar as características dos equipamentos que possuem melhor rendimento.</p> <p>Aspectos procedimentais: matematizar as relações entre os conceitos; fazer cálculos com porcentagem; para os alunos serem capazes de criarem projetos para melhorar a eficiência das máquinas térmicas e dos refrigeradores.</p> <p>Aspectos de aplicação da Física: melhorar a eficiência das máquinas térmicas e dos refrigeradores.</p>	calor, variação, quantidade de calor, adiabático, isotérmico e volume.	correto manuseio, de refrigeradores e máquinas térmicas. Sendo assim, justifica-se o estudo da segunda lei da Termodinâmica e do ciclo de Carnot. Tal estudo ocorre depois da primeira lei da Termodinâmica, devido à necessidade do aluno compreender os conceitos que envolvem esta para o entendimento daquela.		transformado em outro tipo de energia?” (A33). “Por que razão o ciclo de Carnot é considerado o mais eficiente? O que quer dizer eficiência em um sistema?” (A13).
2.	Solicitou-se que os alunos respondessem a nona situação-problema (<i>entregue</i>): como potencializar o rendimento de um refrigerador e de uma caldeira? Apresente, pelo menos, três argumentos usando Termodinâmica. Depois que os alunos a responderam, iniciou-se a discussão a partir das respostas deles.				“Qual é o principal objetivo da 2ª lei da Termodinâmica?” (A6).
3.	Projetou-se um vídeo (http://www.youtube.com/watch?v=LSqXSpQNpUQ) que demonstrava o princípio de funcionamento de uma máquina térmica e solicitou-se aos alunos que relacionassem o modelo, demonstrado no vídeo, ao funcionamento de alguma máquina térmica real.				“A evolução humana contradiz a segunda lei da Termodinâmica?” (A12).
4.	A partir da discussão anterior, foi explicada a segunda lei da Termodinâmica de duas formas, através do Enunciado de Kelvin - Planck e o de Clausius, e posteriormente mostrou-se a equivalência entre esses dois enunciados. Na sequência, foi ensinado como potencializar o rendimento de uma máquina térmica, a partir do ciclo de Carnot, e introduziu-se o conceito e a formalização sobre a entropia. Posteriormente, foi resolvido um exercício formal pelo professor e outro pelos alunos, o qual foi corrigido.				Os alunos demonstraram que não compreenderam alguns aspectos da segunda lei da Termodinâmica.
5.	Foi passado o seguinte vídeo aos alunos: http://www.youtube.com/watch?v=4YEvVztJ7Ls&feature=player_detailpage . O vídeo mostra cada uma das partes do refrigerador, com explicações, relacionando-as com princípios físicos. Mostrou-se como calcular o rendimento de um refrigerador e como				

		potencializá-lo a partir do ciclo de Carnot. Ensinou-os, introdutoriamente, como fica a variação de entropia nos refrigeradores para gases perfeitos e ideais. Foi perguntado a eles se o funcionamento dos refrigeradores não se opõe ao enunciado de Clausius. Alguns alunos mencionaram que nos refrigeradores há gasto de energia no processo de refrigeração e que, portanto, não se opõe ao enunciado.				
	6.	Foi proposto que os alunos fizessem um mapa conceitual sobre a segunda lei da Termodinâmica e suas implicações no funcionamento dos refrigeradores e das máquinas térmicas. Foi entregue aos alunos a última lista de exercícios (9.1 Anexo 1).				
12	7.	<p>Realizou-se uma aula de revisão sobre os dois temas abordados nesta UEPS (gases e leis da Termodinâmica). Na revisão, centrou-se na resolução de problemas conceituais e formais e na discussão das situações-problema, feitas a partir do uso de vídeos. Iniciou-se a aula projetando um vídeo que demonstrava o funcionamento de um motor a quatro tempos (http://www.youtube.com/watch?v=UA9H2WLV9M0). Seguiu-se a apresentação através de dois esquemas que mostravam as relações entre cada um dos quatro tempos do motor, os processos termodinâmicos e a primeira lei da Termodinâmica, utilizando-se de gráficos para facilitar tal visualização e de exercícios para aplicar, novamente, os conceitos envolvidos na sexta situação-problema.</p> <p>Solicitou-se para os alunos identificarem quais eram os processos termodinâmicos que alguns gráficos estavam representando, retomando novamente este conteúdo a partir de outra forma de representação.</p> <p>Na sequência, foi discutido sobre a oitava situação-problema entregue pelos alunos e que versava sobre o esmagamento do tanque. Explicou-se tal situação-problema, utilizando as relações entre pressão, trabalho, volume e temperatura e as diferenças de resolução se forem considerados os gases reais ou ideais. Iniciou-se com a apresentação de um vídeo (http://www.youtube.com/watch?v=UmugjVk4GII), depois foram discutidas as respostas a esta situação-problema, colocando uma tabela que resumia os gases reais e ideais,</p>				

		<p>apontando as diferenças e semelhanças entre eles. Seguiu-se com a resolução de exercícios conceituais e formais.</p> <p>A última situação-problema, entregue pelos alunos, referia-se a como potencializar o rendimento de um refrigerador e de uma caldeira. Para fazer a diferenciação progressiva, iniciou-se com dois vídeos versando, respectivamente, sobre o funcionamento das máquinas térmicas (http://www.youtube.com/watch?v=LSqXSpQNpUQ) e do refrigerador (http://www.youtube.com/watch?v=4YEvVztJ7Ls&feature=player_detailpage). A partir de duas tabelas comparativas, foram discutidas com os alunos as diferenças e semelhanças entre esses dois sistemas, associando com o estudo dos gases e com as leis da Termodinâmica. Foram feitos exercícios conceituais e formais sobre tais assuntos. Por fim, os alunos foram instigados a construir um mapa conceitual utilizando os seguintes conceitos: calor, equilíbrio térmico, temperatura, volume, capacidade térmica, quantidade de calor, calor específico, massa, quantidade de calor sensível, quantidade de calor latente, convecção, irradiação, condução, frio, quente, coeficiente de dilatação linear, coeficiente de dilatação superficial, coeficiente de dilatação volumétrica, variação, comprimento, área, pressão, massa molar, massa, energia interna, rotação, translação, energia de ligação, força, graus de liberdade, trabalho, entropia, energia, rendimento, moléculas, átomos, raio atômico, ponto triplo, ponto crítico, umidade relativa do ar, adiabático, isovolumétrico, isotérmico e isobárico. Tal mapa conceitual foi comparado com o mapa mental feito na primeira aula, de modo a buscar responder as questões de pesquisa</p>				
13	7	Avaliação final individual da UEPS (9.10. Prova 2).	Os conceitos desta UEPS.			
14 e 15	7.	Apresentação dos projetos, entrega do projeto final e da autoavaliação, respectivamente, segunda terceira e quarta etapa do Método de Projetos.	Os conceitos das duas UEPS.	Ver seção 5.2.	Ver seção 5.2.	

A segunda UEPS versou sobre gases reais e ideais e sobre a primeira e segunda lei da Termodinâmica. Essa UEPS foi formada por sete encontros de três horas cada, totalizando 21 horas de implementação. Na Tabela 10, há a descrição da segunda UEPS integrada ao Método de Projetos e as situações-problema da Física aplicada à Engenharia.

Nas Tabela 9 e Tabela 10, há a descrição detalhada das aulas, visando diminuir a lacuna mencionada no trabalho de Helle, Tynjälä e Olkinuora (2006), que apontam que faltam pesquisas que detalhem à implementação da proposta, impossibilitando que essas sejam reproduzidas e que seus resultados sejam contextualizados. Através do transcrito, respondeu-se a primeira e obteve-se argumentos para responder a segunda questão de pesquisa.

5.2 Índícios de Aprendizagem Significativa

Na presente seção, são comparados os resultados obtidos pelos alunos no contrato de trabalho, na apresentação e no projeto, visando responder a seguinte questão de pesquisa: *é significativa a aprendizagem de conceitos de Física, pelos alunos, a partir da implementação da proposta?* Inicialmente, será apresentada uma visão geral dos resultados encontrados a partir desses trabalhos, utilizando o método denominado Frequência de Ocorrência (Bardin, p. 54-59), para avaliar se conceitos corretos, relacionados aos projetos dos alunos, aparecem com mais ou menos frequência com o passar do semestre e também se conceitos deixam de ser utilizados corretamente, fornecendo indícios de aprendizagem mecânica quanto àquele conceito. Buscou-se verificar se os alunos tiveram indícios de aprendizagem significativa conceitual, de aplicação e procedimental.

5.2.1 Análise dos contratos de trabalhos, apresentações e projetos

Nas duas turmas, foram entregues 40 projetos, distribuídos nos tópicos destacados na Figura 12. Pode-se destacar que a maioria dos alunos visou planejar uma cidade autossustentável (18) ou residências (9). Os outros temas abordados pelos alunos foram: cidade compacta; energias renováveis; construções, condomínio, indústria, propriedade agrícola autossustentável; fábrica de tijolos e aquecedor solar sustentável. Um dos grupos planejou uma cidade autossustentável, porém deu ênfase a identificar

quais materiais recicláveis possuem baixa condutividade e podem ser utilizados para isolamento térmico nas residências.

Assunto dos projetos desenvolvidos

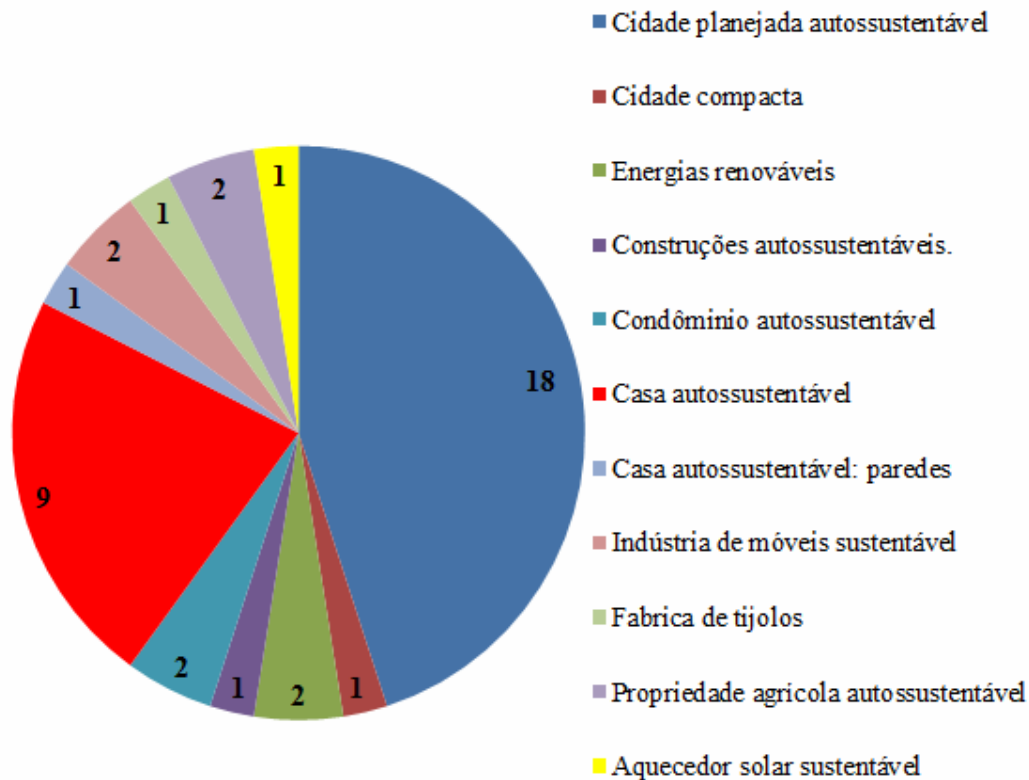


Figura 12: Assuntos dos projetos desenvolvidos pelos alunos.

A partir disso, enfatiza-se que os alunos conseguiram aplicar os conhecimentos Físicos em várias situações.

De um modo geral, afirma-se que houve diferença estatisticamente significativa se comparado à diferença entre a média do contrato de trabalho, da apresentação e do projeto nos três aspectos comparados: não usaram conceitos mínimos (Tabela 11), utilização correta dos conceitos mínimos (Tabela 12) e utilização incorreta dos conceitos mínimos (Tabela 13).

Tabela 11: Não usaram conceitos mínimos.

Trabalho	Média	Teste t para igualdade das médias
Contrato	31,48	} 0,049
Apresentação	25,35	
Projeto	15,88	} 0,026

Tabela 12: Utilização correta dos conceitos mínimos.

Trabalho	Média	Teste t para igualdade das médias
Contrato	10,78	} 0,046
Apresentação	18,60	
Projeto	29,78	} 0,042

Tabela 13: Utilização incorreta dos conceitos mínimos.

Trabalho	Média	Teste t para igualdade das médias
Contrato	8,75	} 0,014
Apresentação	7,05	
Projeto	5,35	} 0,025

Quanto aos conceitos, todos mencionados corretamente no contrato de trabalho permaneceram na apresentação e no projeto, o que também é um indicativo de Aprendizagem Significativa. Isso pode ser devido também à possibilidade dos alunos corrigirem os trabalhos e ao contínuo retorno dado pelo professor.

A partir dessas análises, pode-se enfatizar que os alunos demonstraram aprendizagem conceitual significativa, que aumentou gradativamente ao longo do semestre. É diferente dos trabalhos de Parisoto, Oliveira e Fisher (2014), que encontraram lacunas no conhecimento declarativo, entretanto aqueles não forneceram conhecimentos mínimos aos alunos.

Para avaliar se houve aprendizagem procedimental, compararam-se os resultados das apresentações e dos projetos, avaliando a capacidade dos alunos resolverem problemas matemáticos e de desenvolverem um produto. Não foram analisados os contratos, pois neles os alunos não fizeram cálculos matemáticos nem descreveram o produto. Foram utilizados quatro critérios: 1) correto; 2) parcialmente correto; 3) incorreto; 4) não fez. Ao se comparar os resultados da apresentação e do projeto, não houve diferenças estatísticas tanto nas resoluções matemáticas (Tabela 14)

quanto nas atividades experimentais (Tabela 15). Acredita-se que isso se deva ao fato da apresentação e da entrega do projeto terem ocorrido no mesmo dia, não havendo tempo para que as contribuições fornecidas na apresentação fossem agregadas ao projeto, o que sugere-se que seja alterado em futuras implementações da proposta. Porém, houve diferença significativa de alunos que utilizaram matemática no projeto em relação à apresentação. Isso pode ter ocorrido devido aos seguintes fatores: pouca segurança em apresentar os resultados e seleção devido ao tempo de apresentação. Ao serem comparadas as médias de acertos e erros, obteve-se diferença estatisticamente significativa nos aspectos procedimentais tanto das apresentações (Tabela 16) quanto dos projetos (Tabela 17).

Tabela 14: Resultados referentes à resolução matemática.

Categoria	Trabalho	Média	Teste t para igualdade das médias
Correto	Apresentação	0,325	0,18
	Projeto	0,4	
Parcialmente correto	Apresentação	0,225	0,309
	Projeto	0,275	
Incorreto	Apresentação	0,075	1
	Projeto	0,075	
Não fez	Apresentação	0,375	0,021
	Projeto	0,25	

Tabela 15: Resultados referentes à construção do produto.

Categoria	Trabalho	Média	Teste t para igualdade das médias
Correto	Apresentação	0,825	1
	Projeto	0,825	
Parcialmente correto	Apresentação	0,175	1
	Projeto	0,175	
Incorreto	Apresentação	0	1
	Projeto	0	
Não fez	Apresentação	0	1
	Projeto	0	

Tabela 16: Comparação entre acertos e erros procedimentais nas apresentações.

Categoria	Trabalho	Média	Teste t para igualdade das médias
Correto X incorreto <i>Matemático</i>	Apresentação- correta	0,325	} 0
	Apresentação- incorreta	0,075	
Correto X incorreto <i>Produto</i>	Apresentação- correta	0,825	} 0
	Apresentação- incorreta	0	

Tabela 17: Comparação entre acertos e erros procedimentais nos projetos.

Categoria	Trabalho	Média	Teste t para igualdade das médias
Correto X incorreto <i>Matemático</i>	Projeto- correto	0,40	} 0
	Projeto- incorreto	0,075	
Correto X incorreto <i>Produto</i>	Projeto - correto	0,825	} 0
	Projeto - incorreto	0	

A partir dessas análises, pode-se enfatizar que os alunos demonstraram aprendizagem procedimental significativa tanto na matemática quanto na construção do produto.

Na sequência, são descritos alguns exemplos de trabalhos desenvolvidos pelos alunos.

Foi incentivado a todos os alunos que, após a confecção do trabalho, elaborassem um artigo visando à publicação em revistas ou em congressos. Os grupos dos A37 e A45 e dos A50 e A51 mostraram-se dispostos a fazê-lo e em conjunto com a professora-pesquisadora elaboraram e submeteram a periódicos na área da Engenharia, já que ambos os trabalhos trazem contribuições, aparentemente inéditas o que foi constatado na revisão de literatura. O primeiro fornece subsídios sobre o isolamento térmico, usando materiais recicláveis e o segundo mostra o planejamento da construção de um forno solar para a fabricação de tijolos ecológicos.

Para buscar indícios de Aprendizagem Significativa, foi decidido fazer a análise de quatro projetos desenvolvidos pelos alunos, dois que resultaram nos artigos mencionados no parágrafo anterior e dois escolhidos a partir de sorteio. Neste, buscou-

se identificar se os alunos mostraram indícios que aprenderam significativamente o conhecimento procedimental, declarativo e de aplicação dos conhecimentos na situação-problema proposta a eles. Ao se fazer a comparação entre os contratos de trabalhos, apresentações e projetos do primeiro (anexo 2 e 3), segundo (anexo 4 e 5), terceiro (anexo 6 e 7) e quarto (anexo 8 e 9) grupo, identifica-se um aumento na complexificação, dos indícios de aprendizagem conceitual, procedimental e de aplicação da Física na Engenharia, conforme será detalhado na sequência.

Os alunos 37 e 45 fizeram o projeto e o contrato de trabalho intitulado “Cidade Planejada Autossustentável” (anexo 2 e 3). Eles preocuparam-se, principalmente, em identificar materiais sustentáveis e maus condutores térmicos, para diminuir o fluxo de energia térmica, melhorando o conforto térmico. Utilizaram, para tanto, ferramentas computacionais e matemáticas e, como solicitado, relacionaram a Física ao futuro curso que irão atuar. Um dos alunos cursava Engenharia da Computação, então ele fez toda a montagem virtual da cidade e um experimento que media virtualmente a variação de temperatura através de uma parede. O aluno 45 estava estudando para ser Engenheiro de Produção, o qual uma das funções é diminuir os custos de implementação das obras. Ele trabalhava no plantio de arroz, cujas cascas são jogadas fora; então ele elaborou uma forma de utilizar tal material nas construções, de modo a favorecer o conforto térmico. Outro material que eles utilizaram foi borracha de pneu, que geralmente não é reciclado nem reaproveitado, conforme está mais bem detalhado da página 210 a 214 do anexo 2. Utilizaram esses materiais na construção de paredes duplas, deixando ar entre elas, pois este é melhor isolante térmico do que a borracha e a casca de arroz. No trabalho, eles seguem todas as etapas de um projeto acadêmico.

Os alunos planejaram toda a cidade relacionando sustentabilidade, Termodinâmica e o curso deles. Da página 190 a 207 do anexo 2, eles fazem a descrição de toda a cidade planejada por eles. Na página 209, eles discutem se o investimento em construção sustentável é rentável e mostraram que a cada dólar investido na construção de edifícios sustentáveis retornam quinze em vinte anos. Na página 209 começaram a descreverem dois procedimentos experimentais. O primeiro estava relacionado à dilatação linear dos materiais. Os alunos se preocuparam em determinar qual seria a variação de temperatura que um prédio de 100 metros de comprimento, usando uma estrutura de aço, suportaria se possuísse um vão de 10 cm. Eles fizeram os cálculos a partir do coeficiente de dilatação volumétrica, transformando-o para o coeficiente de dilatação linear, mostrando que sabem quando utilizar um ou outro e como transformá-

los. Na apresentação, eles fizeram o cálculo de quanto seria necessário deixar de espaço entre duas colunas, se a variação de temperatura da cidade fosse 40°C, o que fizeram corretamente. Nas páginas 210 e 214, descreveram o segundo experimento, que visava identificar qual material é melhor isolante térmico (dentro de casca de arroz e borracha). A partir dos cálculos desenvolvidos da página 212 a 214 e das simulações computacionais apresentadas na página 214, os alunos concluíram que a borracha é melhor isolante térmico do que a casca de arroz. Entretanto, a casca de arroz também é uma boa opção para esta finalidade.

O projeto do aluno 24 (anexo 4) intitulado “Condomínio ecologicamente correto e sustentável” restringiu-se ao planejamento de uma casa. Como o curso dele é Engenharia Civil, está de acordo com a proposta feita pela presente pesquisa. De acordo com a sugestão do aluno, a casa utilizaria paredes compostas com tijolos ecológicos, piso radiante e telhado verde. Embora os conceitos físicos fossem utilizados corretamente, ele não colocou referência em todas as informações usadas, o que pode caracterizar plágio, por exemplo, nas páginas 228, 229, 230, 239 e 240 do anexo 4. Ele também indicou a utilização de gás para fazer o aquecimento da residência, entretanto, o gás não é uma fonte de energia renovável. Na página 16 ele menciona “isto auxilia na quebra da onda sonora”, não explicando tal afirmação. Fez referência que “a aplicação do vidro duplo é indicada para áreas controladas, ou seja, em ambientes que utilizam ar-condicionado e/ou calefação”, mas não explicou o porquê. Também mencionou que os painéis solares fotovoltaicos são pouco eficientes e rentáveis. A professora-pesquisadora o instigou a no futuro criar um painel solar mais barato e com maior rendimento dos existentes nos dias atuais.

Na página 245 do anexo 4, há um esquema representando a casa projetada por ele. Nela pode-se ver a representação de uma caixa d’água, com uma base pequena em relação a sua altura, o que demonstra o entendimento das relações entre pressão, força e área. A professora-pesquisadora sugeriu fazer um vão no teto da construção, com paredes compostas de vidro e garrafas PET, para iluminação natural da casa. Na página 244, o aluno 24 representa o primeiro piso da casa. Nele, tal aluno colocou paredes compostas no lado oeste e sul da casa, e no lado leste plantou árvores e no norte grama e colocou uma piscina.

Na explicação oral, o aluno mencionou que as paredes compostas são constituídas por um material isolante formado pelo mesmo material das paredes simples. Entretanto, como são mais grossas são melhores isolantes térmicos,

apresentando, analogamente as situações-problema, a não compreensão entre as paredes simples e compostas. As árvores e os telhados verdes diminuem a passagem de ondas eletromagnéticas, devido à absorção ou à reflexão de tal radiação, o que também diminui o fluxo de energia térmica para dentro da residência, além de absorver gás carbônico e liberar oxigênio. O gramado contido no lado norte absorve uma parte da radiação. A piscina também possui esse objetivo, pois a água possui um calor específico maior em relação a outros materiais, o que faz com que haja menor variação de temperatura na residência. No segundo andar da casa, página 246 do anexo 4, no lado oeste e sudoeste, o aluno colocou paredes compostas e plantou grama. No lado leste da casa, há árvores. No lado norte e em parte do lado sul há como obstáculo, para a passagem da energia solar, apenas paredes simples, o que é positivo no banheiro, pois diminui a umidade, geralmente existente neste cômodo.

Na página 247 do anexo 4 há o detalhamento das paredes compostas, formadas por tijolos ecológicos e por janelas duplas, também há a representação do piso radiante e do telhado verde, que constituem a residência. Analogamente aos outros projetos, pode-se ver que o trabalho final (anexo 4) aumentou em complexificação – conhecimentos que fornecem indícios de Aprendizagem Significativa e na utilização de conceitos – em relação ao contrato de trabalho (anexo 5).

O projeto e o contrato dos alunos, respectivamente 39 e 9 (anexo 6 e 7), intitulado “Projeto residencial autossustentável baseado em conceitos físicos”, possui todas as etapas solicitadas pela professora-pesquisadora. Tal projeto tem como objetivo construir um prédio residencial, buscando um melhor convívio ambiental e medir o custo/benefício em valores reais. Nos objetivos dos alunos (página 254 do anexo 6), há indicativos de Aprendizagem Significativa procedimental, conceitual e de aplicação dos conhecimentos: “aplicar as leis da Termodinâmica de forma inteligível e de fácil compreensão, aliada a um custo relativamente acessível, em que o sistema e suas melhorias sejam pagos em um curto espaço de tempo”, “aprender quais conceitos físicos podem ser utilizados na construção de residências, sem prejudicar o meio ambiente”, “descobrir a composição dos materiais que sejam favoráveis à diminuição de custos”. Também há indícios de conhecimento procedimental, quando os alunos conseguem identificar e diferenciar a equação para cálculo do fluxo de energia térmica entre paredes simples e compostas (página 255 do anexo 6).

Na página 5 do anexo 6, identifica-se que os alunos não aprenderam significativamente a fazer transformações de unidades de medida, usando indiscriminadamente Watts e cal/s como unidade de fluxo térmico. Também não mostraram como chegaram ao valor total de área. Calcularam o fluxo, na área total das paredes, e depois multiplicaram novamente pela área da parede, o que está incorreto, se o objetivo é calcular o fluxo de energia térmica. Os alunos dividiram o fluxo térmico pelo tempo encontrando a quantidade de calor, o que também é incorreto e fornece indícios de que os alunos não atribuem significado às variáveis matemáticas utilizadas e aos valores encontrados por eles. Na página seguinte, há outros equívocos. Eles compararam o valor da quantidade de calor que atravessa um ambiente, com a potência de um climatizador, afirmando que a economia de energia seria de 47%. Poderia ser feita esta afirmação, desde que calculado o valor da potência necessária para resfriar a sala e depois trocado o climatizador de potência superior por outro menos potente, o que geraria economia de energia. Os alunos também não mostraram os cálculos que utilizaram para fazer as transformações entre as potências e colocaram valores e unidades de medida, sem explicar o significado e sem colocar referência. Afirmaram que o investimento paga-se em menos de dois anos; entretanto não compararam os resultados encontrados para mostrar de onde veio essa afirmação. Contudo, os alunos fizeram corretamente o cálculo do valor gasto mensalmente com a utilização de um climatizador de 18000 BTU, depois calcularam corretamente o valor mínimo que poderia ser gasto para refrigeração da sala, mostrando a economia que haveria com essa alteração.

Na página seis do anexo 6, os alunos não colocaram a unidade de medida da emissividade do alumínio polido, o que resultou na utilização de unidades de medida errôneas para a potência absorvida. Colocaram que 1 W é equivalente a 0,860cal/h, e isso não está correto. Calcularam, corretamente, a potência absorvida pela manta de alumínio a temperatura ambiente e o fluxo térmico através de uma lâ de rocha. Na página 258 do anexo 6, eles utilizam corretamente o conceito de convecção, aplicando-o para o aquecimento de uma residência. Na página oito do anexo 6, eles calculam corretamente e usaram acertadamente as unidades de medida da pressão exercida pela água em uma caixa d'água de 500 litros, cujo diâmetro da base é de 0,95 metros. Nas páginas 259 e 260 do anexo 6, os alunos expõem três situações, em que são comparadas as lâmpadas incandescentes, fluorescentes e com iluminação tubular a led, contendo o investimento inicial, a potência média de consumo das lâmpadas, o consumo de energia,

a quantidade de lâmpadas que seriam substituídas no período, o gasto de energia e o custo. Os alunos concluíram que, em termos de custo/benefício, o melhor é a utilização de lâmpadas fluorescentes.

O projeto dos alunos 50 e 51 (anexo 8) intitulado “Cidade planejada autossustentável”, possui todas as etapas solicitadas pela professora-pesquisadora. Tal projeto tem como objetivo criar uma cidade autossustentável e que seja confortável para toda população. Pode-se verificar que no projeto (anexo 8), os alunos corrigiram os equívocos apontados no contrato de trabalho (anexo 9). No projeto, há indícios de Aprendizagem Significativa procedimental, conceitual e de aplicação dos conhecimentos, como detalhado na sequência.

Na página 275 do anexo 8 os alunos utilizam corretamente conceitos de Termodinâmica, tais como radiação, absorção, convecção, para diminuir a temperatura no interior de uma residência. No início da página seguinte, eles propõem a construção de uma fábrica que produz tijolos que utilizam apenas as energias renováveis eólica e solar. Segundo os alunos, “o mecanismo destes fornos funcionaria assim: o vento gira uma hélice gigante, conectada a um gerador, que produz eletricidade para o forno. Esses fornos ficariam no foco de espelhos côncavos. Depois de feita a mistura do solo com o cimento, os tijolos vão para estes fornos, substituindo a queima de lenha nos fornos e, conseqüentemente, diminuindo a emissão de gás carbônico à atmosfera.” Os alunos explicaram que os espelhos côncavos são utilizados para refletir energia solar para o forno, aumentando assim a temperatura e evitando o uso da utilização de biomassa. Isso foi feito, pois a queima libera gases causadores do efeito estufa.

Na página 278 do anexo 8, há os cálculos realizados para encontrar o calor específico do principal material que constitui o tijolo. Os alunos utilizaram, corretamente, as unidades de medida e fizeram os cálculos, mostrando que possuem conhecimentos procedimentais sobre o assunto. Entretanto, acharam o calor específico de $0,8 \text{ KJ}/(\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C})$ e não mencionaram quais são as possibilidades de materiais correspondentes, sendo uma das possibilidades o concreto que possui valor teórico de $0,79 \text{ KJ}/(\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C})$, segundo <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABgUoAC/densidade-relativa-calor-especifico>.

5.2.2 Análise quantitativa dos dados obtidos a partir do questionário e comparação entre grupo de controle e experimental

O questionário (8.11Pré-teste e pós-teste) foi validado e teve calculada a sua fidedignidade. A validade ocorreu através de análise de conteúdo, sendo aprovado por três professores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Para o cálculo da fidedignidade, aplicou-se o teste a 250 estudantes das Físicas 3 e 4 da UFRGS, obtendo-se um coeficiente de Cronbach de 0,842, o que significa que o instrumento possui boa fidedignidade (Vianna, 1978 apud Moreira e Rosa, 2013).

Comparando o pré-teste dos dois grupos, foi possível rejeitar a hipótese nula, pois a significância obtida de 0,011 está abaixo do valor teórico estipulado (0,05) (Dancey e Reidy, 2007). Com base nessas informações, afirma-se que *os grupos eram inicialmente estatisticamente semelhantes* e que o pré-teste pôde ser usado como indicador da homogeneidade inicial dos grupos.

Conforme observa-se na Tabela 18, ao ser comparado o pré-teste e o pós-teste dos grupos, percebeu-se que o Grupo de Controle possui significância de 0,136, sendo maior do que 0,05, portanto é estatisticamente provável que os resultados obtidos não foram devido ao Método Tradicional de Ensino. Já no Grupo Experimental, a significância foi de 0,00, o que fornece indícios de que os resultados encontrados foram devido à implementação da proposta.

Tabela 18: Significância entre o pré-teste e o pós-teste.

	Grupo de Controle	Grupo Experimental
Significância entre o pré-teste e o pós-teste	0,136	0,00

Tais resultados vão ao encontro das pesquisas de Espíndola e Moreira (2006), Motschnig-Pitrik e Holzinger (2002), Derntl e Motschnig-Pitrik (2005), Matos (2009), Duso e Borges (2009), Fortus *et al.* (2005), Alorda, Suenaga e Pons (2011), Hall e Saunders (1997) *apud* O'Neil e McMahon (2005), os quais mostram que os alunos apresentam indícios de Aprendizagem Significativa se aprendem a partir de Métodos Indutivos.

Utilizou-se, para comparar se os ganhos entre o pré-teste e o pós-teste entre os grupos eram estatisticamente significativos, o teste de Levene para igualdade das variâncias (Dancey e Reidy, 2007). Encontrou-se um valor de 0,037, que é menor que 0,050; portanto pode-se rejeitar a hipótese nula. Sendo assim, é estatisticamente

provável que os resultados obtidos foram devido à intervenção feita. Como a diferença, na implementação da proposta, foi à integração entre Método de Projetos, situações-problema e as UEPS, há indicativos de que a diferença na aprendizagem se deva a ela.

Tais resultados vão ao encontro das pesquisas de Schneider *et al.* (2002), Prince e Felder (2006), Prince (2004), Aznar e Orcajo (2005), Aranzabal *et al.* (2011) e Ahola (1995) *apud* O'Neil e McMahon (2005), os quais identificaram que alunos possuem melhores notas quando aprendem através de Métodos Indutivos ao invés dos Métodos Dedutivos. Embora a aprendizagem seja mais lenta, os alunos desenvolvem mais habilidades e conhecimentos mais aprofundados (Lonka e Ahola, 1995 *apud* O'Neil e McMahon, 2005).

Para comparar se os ganhos entre o pós-teste e o teste aplicado após dois meses do término da implementação da atividade eram estatisticamente significativos, utilizou-se o teste de Levene para igualdade das variâncias (Dancey e Reidy, 2007). Conforme sintetizado na Tabela 19, encontrou-se um valor de 0,037 que é menor que 0,050, portanto rejeitou-se a hipótese nula. Fazendo o mesmo cálculo no Grupo de Controle, encontrou-se o valor de 0,249. Assim, analogamente à pesquisa de Becerra-Labra, Gras-Marti e Torregrosa (2012), é estatisticamente provável que os resultados obtidos foram devido a intervenção feita, fornecendo indicativos de que a integração facilita a aprendizagem significativa e, conseqüentemente, a retenção dos conteúdos ensinados.

Tabela 19: Significância entre o pós-teste e o teste aplicado após dois meses, do Grupo de Controle e do Grupo Experimental.

	Grupo de Controle	Grupo Experimental
Significância entre o pós-teste e o teste aplicado após dois meses.	0,249	0,037

O questionário, como pode-se ver na seção 8.11 Pré-teste e pós-teste, foi dividido em quatro seções: convenção; radiação; condução; convecção, radiação e condução. A primeira e a última foram subdivididas em duas subseções: conceitual e aplicação, e a segunda e terceira ainda agregaram a subcategoria denominada aplicação da ciência. Das 50 questões, apresentam-se indícios de aprendizagem em 33 questões. Aqui analisou-se, através do Teste t para amostras independentes, em quais questões os alunos apresentaram indícios de aprendizagem.

Sobre convecção, os alunos mostraram indícios de aprendizagem nas questões 4 (conceitual) e 6 (aplicação), confirmando dificuldade de compreensão conceitual e de aplicação do fenômeno da convecção.

Sobre radiação, os respondentes não apresentaram indícios de aprendizagem apenas nas questões 9 (procedimental) e 16 (aplicação), fornecendo indicativos de aprendizagem na maioria dos tópicos dessa seção.

Na seção sobre condução, os alunos não acertaram significativamente apenas as questões 21 (conceitual), 24 e 26 (procedimental) e 36 e 37 (aplicação), mostrando indicativos de aprendizagem na maioria dos tópicos.

Já em questões de articulação entre convecção, radiação e condução, os alunos não apresentaram indícios de aprendizagem, devido ao processo de instrução nas questões 43 (conceitual), 45 e 47 (aplicação).

Cabe aqui ressaltar que esses resultados se repetiram quando o teste foi aplicado dois meses depois do término da atividade, o que indica que a maioria dos alunos aprendeu significativamente, devido à implementação da proposta, os conteúdos das questões 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 46, 48, 49 e 50.

5.3 Alteração da proposta

Foram 75 alunos que responderam ao questionário visando avaliar as aulas (Apêndice **8.10 Análise dos métodos e/ou das estratégias de ensino**). Na sequência, há a análise das respostas a esse questionário.

I- Quanto à atividade desenvolvida:

Na Tabela 20 há a análise dos alunos quanto à atividade desenvolvida.

Tabela 20: Análise quanto à atividade desenvolvida.

	Sim	Não	Às vezes
1. Foi agradável?	63	3	9
2. Oportunizou que você entendesse bem o conteúdo?	40	4	31
3. Foi detalhada com clareza?	38	4	32

As justificativas positivas (Figura 13) da primeira categoria estavam relacionadas a sentimentos, seja 1) em relação à professora: “professora bem querida”; 2) em relação a como a disciplina foi ministrada: “foi muito bom fazer”; “não teve complicações”; “um trabalho diferente sempre é agradável”.

Categoria I.1: Foi agradável? aspectos positivos

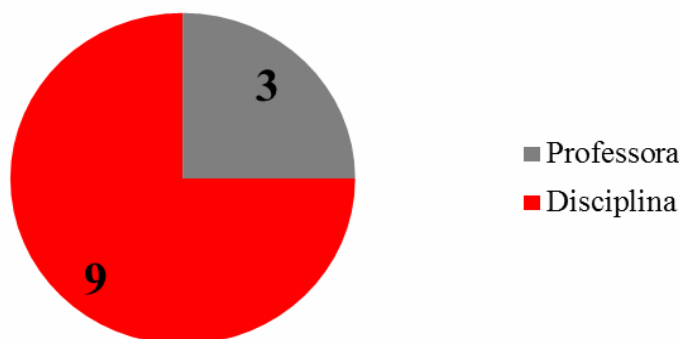


Figura 13: Justificativas positivas dos alunos na categoria I.1.

As críticas (Figura 14) foram divididas nas seguintes categorias- 1) resistência à metodologia, as quais os trabalhos de Felder e Brent (2001); Oakley *et al.* (2004); Smith *et al.* (2005); Felder e Brent (1996) mencionam formas de reduzi-las: “muita conversa na turma”; “por que não estamos acostumados, acho que, às vezes, nos sentimos muito fora da nossa zona de conforto, o que não foi agradável às vezes, mas faz parte do desenvolvimento”; 2) aprendizagem mecânica em detrimento da aprendizagem significativa: “não achei agradável pelo fato de pouco ser aprendido e mais gravado, não tendo assim, um bom aproveitamento”; 3) meta-aprendizagem: “pois prefiro trabalhar em cima de textos”; 4) conteúdo: “pois às vezes o conteúdo não é interessante”. Chama a atenção, o que Zompero e Laburú (2010) mencionam sobre a necessidade de se trabalhar com metodologias investigativas num nível progressivo, visando diminuir a resistência dos alunos (O’Neil e McMahon, 2005 e Prince e Felder, 2006).

Categoria I.1: Foi agradável? aspectos negativos

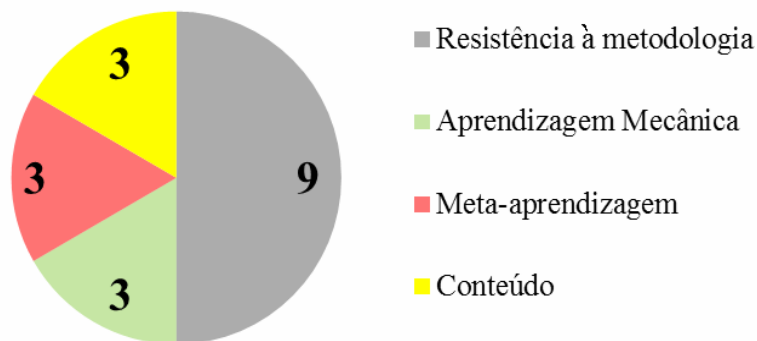


Figura 14: Críticas dos alunos na categoria I.1.

Em relação a se o método oportunizou aos alunos que eles compreendessem bem o conteúdo, as respostas positivas dos alunos foram divididas em três categorias: (Figura 15)- 1) meta-aprendizagem: “quando faço esse tipo de atividade, a matéria parece ficar mais fácil”; 2) aprender a aprender: “tendo que buscar explicações para entender, compreendo melhor”; “pois nos fez ler e interpretar com atenção”; 3) aulas expositivas: “com a ajuda dos exercícios, foi possível compreender bem o conteúdo.”

Categoria I.2- compreensão: aspectos positivos

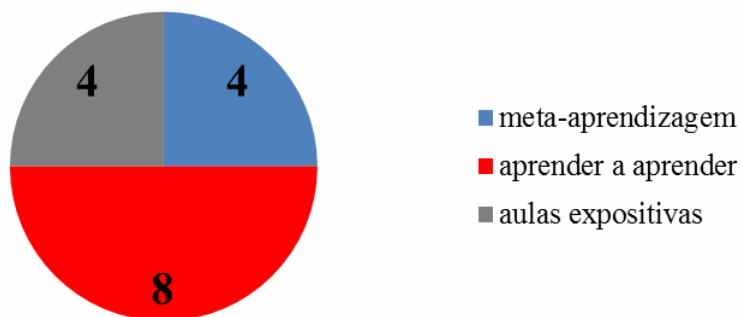


Figura 15: Justificativas positivas dos alunos na segunda categoria.

As justificativas que criticaram o método, foram distribuídas nas seguintes categorias (Figura 16): -1) resistência ao método as quais os trabalhos de Felder e Brent (2001); Oakley *et al.* (2004); Smith *et al.* (2005); Felder e Brent (1996) mencionam formas de reduzi-las: “deveria ser abordado, em aula, estudo mais aprofundado do conteúdo”; “buscar conhecimento gera mais dúvidas”; “havia muita conversa na sala de

aula, não entendia direito”; “às vezes nas aulas fiquei perdida”; “mais resolução de exercícios”; “acho que você deveria fazer mais exercícios com os alunos para melhor entendimento”; “os conceitos devem ser mais bem detalhados”; 2) crítica a alguma ferramenta do método: “achei alguns mapas apresentados pelos colegas confusos”; 3) avaliação: “a preocupação de apresentar algo avaliativo nos fez ter menos conhecimento sobre o assunto desenvolvido no mapa”; 4) metacognição: “aprendo melhor estudando a partir de textos”; “não aprendi direito porque não prestei muita atenção”; “a parte teórica entendi, só que quando chegava nos exercícios não conseguia fazer”.

Categoria I.2- compreensão: aspectos negativos

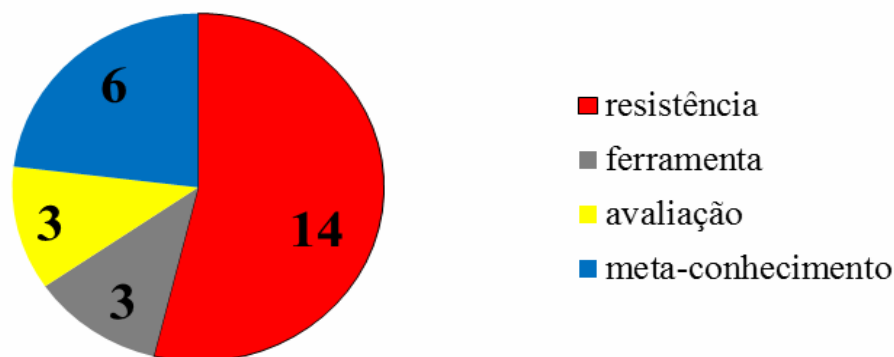


Figura 16: Críticas dos alunos na segunda categoria.

Na terceira questão, três alunos apontaram como pontos positivos a dedicação e esforço: “foi a professora que mais se dedicou, com filmes, etc.”, de modo que “eu consegui compreender bem a matéria”.

As críticas foram divididas nas seguintes categorias (Figura 17)-1) características intrínsecas ao projeto: “foi um pouco difícil de fazer no começo”; “às vezes, era muita conversa em sala, o que atrapalhava”; 2) apresentações dos colegas: “foi detalhada com clareza, porém algumas apresentações foram só lidas e não exemplificadas”; 3) relação com o ensino tradicional: “haveria mais clareza se houvesse mais exercícios corrigidos em aula”; “o conteúdo deveria ser trabalhado mais afundo, facilitando a compreensão da matéria e a resolução de exercícios”.

Categoria I.3- clareza: aspectos negativos

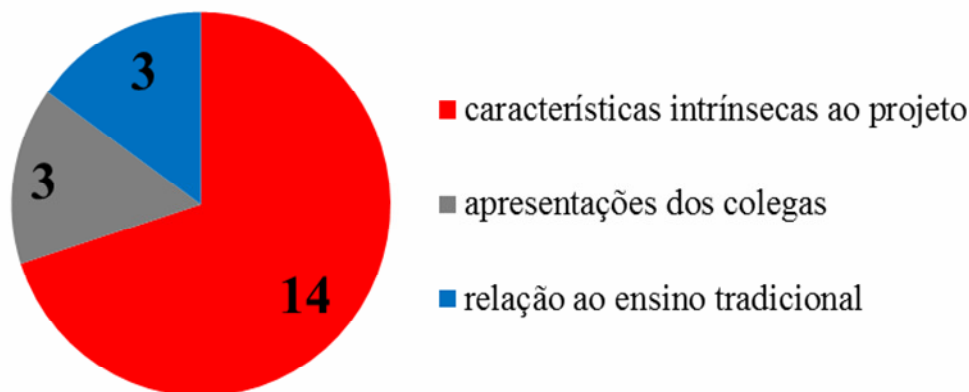


Figura 17: Críticas dos alunos na terceira categoria

Um aluno sintetizou as três justificativas da seguinte forma: “as aulas foram bem focadas, e o trabalho final foi uma ótima iniciativa, pois irá nos ajudar, mais adiante, na nossa profissão.”

II- Qual sua opinião sobre a estratégia utilizada na aula? Segundo você, a estratégia auxiliou no seu aprendizado? Cite sugestões, críticas referentes à estratégia utilizada.

Alguns alunos forneceram opiniões positivas sobre a metodologia, outros destacaram alguns dos instrumentos utilizados em aula. As respostas dos alunos favoráveis ao método foram divididas nas seguintes categorias (Figura 18): 1) importância de aprender a aprender: “Foi bom, pois incentiva a busca por conhecimento por si só em envolver-se não apenas com o conteúdo apresentado em aula”; “achei legal o método de ensino, pois fez nós pesquisarmos, ler e principalmente entender a matéria para fazer uma boa apresentação e deixar a professora orgulhosa da turma”; “sempre desenvolvendo questões de bastante raciocínio, onde fazia a gente pensar bastante na situação.” Vários alunos sugeriram a continuação da utilização da estratégia “eu gostei bastante dessa estratégia, pois desse jeito eu consegui fixar bem mais a matéria. Acho que deve ser feito mais vezes esse tipo de trabalho”; 2) maior facilidade de aprender: “essa estratégia foi bem interessante, pois simplificou a matéria ensinada”; 3) recursividade: “auxiliou principalmente na reapresentação de trabalho, pois o aluno teve

a oportunidade de rever o que estava errado, esclarecendo assim suas dúvidas sobre esses assuntos, além de adquirir mais conhecimento na explicação, que era diferente de cada colega de classe em seus trabalhos”; “a estratégia ajudou no aprendizado de forma ampla e agradável, onde tínhamos retorno das nossas avaliações com sugestões”; “eu gostei muito, e acho que me ajudou a entender a matéria, pois tive que fazer pesquisas e refazer o trabalho várias vezes”; 4) dinâmica da sala de aula: “considero um bom modo de aprendizado e ajuda na dinâmica entre alunos e a professora”; 5) como a ciência é construída: “eu achei que foi bem interessante, pois pude perceber que existem vários pontos de vista diferentes do meu e que alguns são até melhores para a explicação da matéria”; 6) resistência inicial ao método: “bom, no início achei bem puxado as aulas, muitos trabalhos, mas depois acabei achando tudo muito bom, pois assim praticávamos e pesquisávamos bastante, tirávamos dúvidas”; 7) os alunos estarem sempre em contato com a disciplina, seja através das situações-problema, das listas de exercícios, ou dos projetos: “em vista ao abordado pela professora em aula, com seu estilo de sempre buscar que o aluno esteja ligado com a disciplina por meio da lista de exercícios e das situações-problema, isso só traz um maior aprendizado e interesse do aluno pelos conteúdos estudados. Gostei muito da disciplina desta forma, pois sempre estive ligado aos assuntos pelas listas e situações-problema”; 8) aplicação do conhecimento: “a estratégia utilizada foi a melhor para o nosso aprendizado, facilitando nosso entendimento do assunto. Foi uma forma diferente, divertida e de aplicação dos conceitos físicos no nosso dia-a-dia”; “a professora sempre procurou corrigir os exercícios e dar exemplos práticos”; “as situações-problema eram bem interessantes, pois relacionavam a matéria com situações do dia-a-dia”; “mostrando a utilização da Física de uma forma clara e interessante”; 9) destaque para algum instrumento utilizado em aula: seis alunos elogiaram a utilização dos mapas conceituais, alguns enfatizaram a utilização do conhecimento declarativo e não o procedimental: “os mapas conceituais me ajudaram a ver a relação entre os conceitos, facilitando minha compreensão”; “achei os mapas conceituais uma forma diferente de aplicação dos conteúdos, pois geralmente a Física se aplica em cálculos, dessa forma auxilia no nosso dia-a-dia”.

Destaca-se que alguns alunos tinham muita resistência em fazer apresentações. Então foi concedido a eles a oportunidade de realizarem um filme que sintetiza o projeto. Um dos alunos fez menção a isso: “em minha opinião, a estratégia adotada foi eficiente e muito bem aplicada, gostei muito dos projetos que foram elaborados, foram excelentes, muito bem realizados. Aprendi bastante, principalmente com o filme, que

foi uma maneira interessante de aprender”; 10) relação com o computador: “mapas conceituais feitos utilizando o computador são mais práticos e explicativos. O auxílio foi extremo, pois é um método diferenciado e não maçante de aprender”; 11) trabalhos em grupos: “gostei bastante de trabalhar com os mapas conceituais, pois é um jeito fácil e melhor de aprender a matéria. Trabalhar em grupo é muito melhor, pois um ajuda o outro”; 12) desenvolvimento de habilidades que não são instigadas em aulas tradicionais, tais como a oratória: “eu achei bastante interessante, pois faz com que prestamos mais atenção e por termos também apresentado, nos ‘obriga’ a ter domínio do assunto”; “gostei que a professora abriu para que a turma criticasse”.

Categoria II-estratégia: aspectos positivos

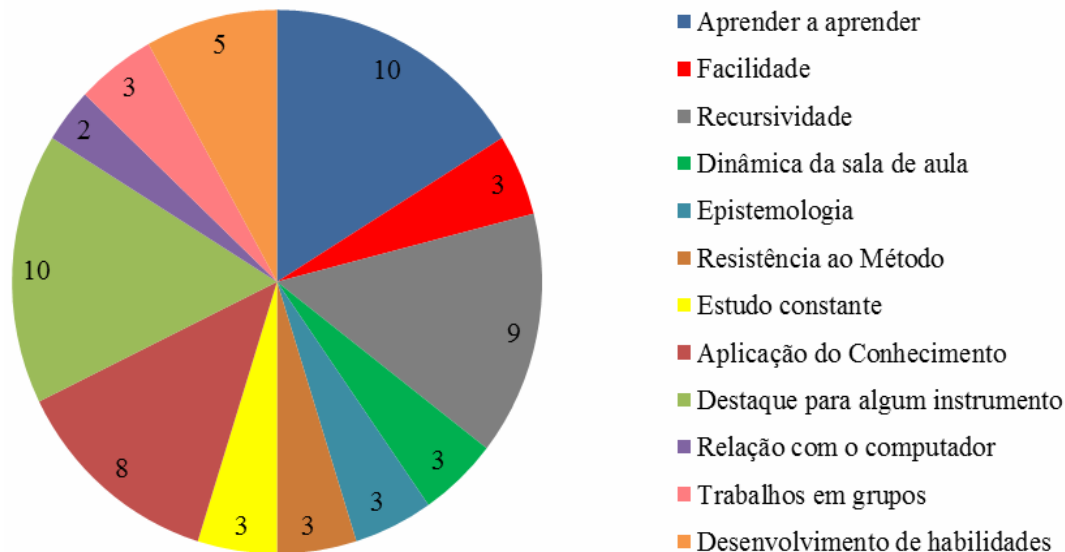


Figura 18: Justificativas positivas dos alunos na categoria II.

As críticas foram divididas em três categorias: 1) aspectos burocráticos das aulas; 2) atividades extras; 3) resistência ao Método de Projetos.

Na primeira categoria, houve críticas à extensão das provas: “uma opinião é que essas provas não precisavam ser tão extensas”; entregar fórmulas: “uma sugestão seria nas provas distribuir uma folha com as fórmulas, pois é confuso sem elas”. Quanto às situações-problema, houve as seguintes contribuições: “ao invés de ser aplicada no início da aula, deveria ser aplicada apenas no final, após a explicação do conteúdo, pois seria uma forma de avaliar se realmente o aluno aprendeu o conteúdo. Sendo aplicada no início da aula, distorce essa avaliação, pois a maioria desconhece o assunto”.

Entretanto, foi utilizada essa estratégia para identificar conhecimentos prévios e se o aprendizado obteve-se devido à estratégia aplicada. Alguns alunos criticaram a conversa, que é intrínseca ao Método de Projetos: “a matéria talvez tenha deixado a desejar, por causa da conversa em sala de aula”. Alguns alunos mencionaram que método gerava mais dúvidas do que o método tradicional, o que, segundo Roger (1977) e Moreira (2011), são aspectos positivos: “a estratégia foi boa, proporcionou um conhecimento mais prático, mas por gerar mais dúvidas, merece um acompanhamento mais intenso.”

Houve críticas às atividades extras: “muita coisa foi aplicada pensando que os alunos não trabalham – nem sempre temos tempo de fazer as listas semanalmente”; “boa parte das aulas foram realizadas em cima de avaliações, eu julgaria que as listas não fossem avaliadas como notas e sim como um auxílio de prova”; “explicar conteúdo e logo em seguida aplicar exercícios práticos. A professora demonstra em um exercício e aplica em outro para a turma fazer”.

Houve alguns comentários mostrando resistência ao Método de Projetos; “achei a aula muito voltada para a parte conceitual, não estamos acostumados com isso”; “a única parte que não me agradou foi a apresentação, que sempre foi difícil para mim”; “em algumas aulas me senti dispersa e perdida, prefiro o conteúdo passado no quadro”; “só achei que teve muitos métodos de avaliação e acabava atropelando umas às outras”; “todos os exercícios da lista deveriam ser corrigidos em aula para vermos com clareza nossos erros” – era entregue a lista corrigida aos alunos e postado no *Moodle* os exercícios resolvidos, pois não havia tempo para corrigir todos os exercícios em aula; “trabalhos interdisciplinares podem ajudar, mas acredito que na Física precisamos bastante do ensino tradicional e logo depois exercícios que revisem esses conteúdos”; “poderia haver mais foco na resolução de algumas questões no quadro com o intuito de sanar dúvidas comuns entre os alunos”; “poderia haver menos explicações teóricas e mais exercícios práticos”; “preferia que a matéria fosse dada em cima de textos e usados os mapas conceituais para os estudos, mais ou menos como uma base”.

Categoria II-estratégia: aspectos negativos

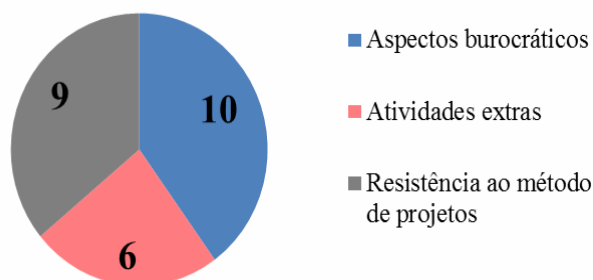


Figura 19: Críticas dos alunos na categoria II.

III- Acrescente suas sugestões ou críticas visando à melhoria do ensino desse conteúdo da Física. Use livremente o espaço abaixo.

Quatorze alunos acrescentaram pontos positivos nessa seção. Foram divididos em duas categorias: 1) filmes: “acho que poderia ser repetida a proposta através de filmes”; 2) a integração entre Método de Projetos, UEPS e situações-problema: “acho que poderíamos repetir essa experiência, pois aprendi muito com ela e creio que meus colegas também”; “acho que poderiam ser feitos mais trabalhos como esses, estimulando a união da turma em relação à aprendizagem e também por ter a segunda chance de entrega, é bom termos a oportunidade de corrigirmos o que erramos”; “a sugestão seria apenas manter essa didática de ensino, pois pelo que sei torna a disciplina mais acessível e compreensível aos alunos”; “os assuntos abordados possuíam grande ênfase na realidade atual de sustentabilidade, o que proporciona aos alunos fazerem uma conexão com o dia-a-dia e aplicações de conceitos que podem ser úteis em suas rotinas”.

Categoria III-sugestões: aspectos positivos

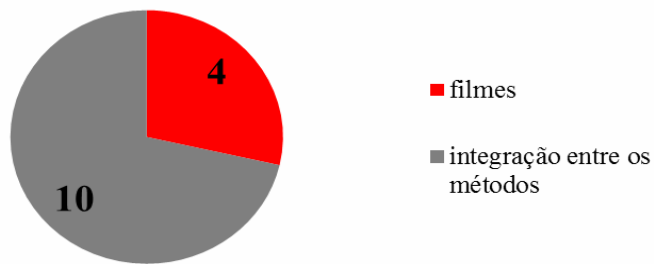


Figura 20: Aspectos positivos apontados pelos alunos na categoria III.

As sugestões feitas pelos alunos foram divididas nas seguintes categorias: 1) autoeficácia dos alunos; 2) métodos alternativos; 3) relativos ao método tradicional.

Na primeira categoria, alguns alunos mencionam que acreditam que não possuem capacidade de desenvolverem os projetos: “o trabalho final que você pediu no meu ponto de vista, em Física II, não tem como fazer, porque falta muito conhecimento em várias coisas, como: tipos de telhas, conhecimento de telhados, alvenaria estrutural, elétrica, etc.”

Na segunda categoria, os alunos mencionam que seria “bacana utilizar outros recursos na universidade, coisas diferentes, coisas que nos deixam com mais vontade de aprender, tais como o laboratório de Física.” Uma das características da disciplina é de não ser, necessariamente, ministrada no mesmo semestre do laboratório. Portanto, levar experimentos para a sala de aula não foi aconselhável, devido a que os alunos o verão novamente ou já os viram. Isso é um dos aspectos que os alunos mencionam fazer falta. Entretanto, essa realidade não é alterada, pois há apenas um laboratório de Física com capacidade para 15 alunos. Já as turmas teóricas geralmente possuem mais do que 40 alunos, impossibilitando que todos tenham aula no laboratório simultaneamente às aulas teóricas. Um aluno sugeriu utilizar “alguns tipos de maquetes na próxima vez”, “aulas com saída de campo e aulas práticas”. Em contrapartida, um dos alunos sugeriu “usar menos o power point, pois dispersa os alunos, pelo menos a mim”.

Na terceira categoria, várias vezes, os alunos mencionaram frases que mostraram certa dependência ao método tradicional: “acho que a professora poderia passar as fórmulas e em seguida aplicar os exercícios”; “passar uma questão e resolvê-la no mesmo dia (questões semelhantes da prova)”; “sugiro aplicar mais nos cálculos, exercícios em sala, deixando a teoria para praticar com esses exercícios, colocar em prática”; “acho que seria melhor se apenas fossem colocadas as fórmulas, explicar o que é e dar exercícios”; “focar um pouco mais nos cálculos”; “muitas avaliações em pouco tempo, pois três provas já são o suficiente”.

Categoria III-sugestões: aspectos negativos

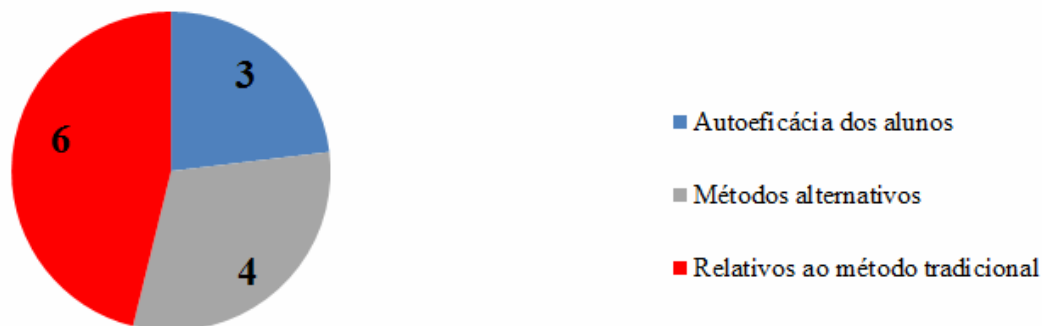


Figura 21: Críticas dos alunos na categoria III.

Pode-se sintetizar com os seguintes tópicos o que precisa ser melhorado na proposta:

- Implementar metodologias investigativas ao longo de vários semestres, sendo possível, assim, aumentar o nível de complexidade, como propõem Zompero e Laburú (2010), diminuindo as críticas quanto à complexidade da tarefas (Crawford, 2000).

- Utilizar monitores dentro e fora de aula, ajudando os alunos a sanarem suas dúvidas. Um professor ajudando em torno de 20 grupos gera problemas, tais como conversas paralelas, diminuição da autoeficácia, maior dificuldade na resolução das situações.

- Utilizando as UEPS, o tempo de aula expositiva é reduzido, pois segundo Bruning, Schraw e Norby (2011), o tempo que os seres humanos conseguem se concentrar na mesma atividade é em torno de 40 minutos. Com essa dinâmica, houve algumas reclamações, tais como a quantidade de exercícios resolvidos no quadro e as dificuldades apresentadas pelos alunos em algumas ferramentas, destacando-se nesse quesito a apresentação, a qual, por não ser usual no Método Tradicional de ensino, eles possuíam muitas dificuldades. Tais críticas, segundo O'Neil e McMahon (2005) e Prince e Felder (2006), são normais quando os alunos estão acostumados com um método passivo e passam a serem ensinados de acordo com um método ativo.

- Sugere-se também aplicar provas mais curtas e cobrar as listas como pontos extras, diminuindo, assim, a resistência dos alunos ao método, assim como sugere Crawford (2000). Outra alternativa é reduzir as listas para que eles tenham tempo de terminar em sala de aula, deixando como atividade extra apenas o desenvolvimento de algumas partes do projeto.

- Visando melhorar a autoeficácia dos alunos e diminuir a resistência deles, quanto a proposta, recomenda-se que na primeira aula sejam apresentados resultados de projetos que foram desenvolvidos na área.

- Visar a articulação entre as cadeiras teóricas e as experimentais.

Tendo dada uma visão geral da pesquisa, na próxima seção são apresentadas às considerações finais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo descreve a síntese dos resultados encontrados a partir de um estudo do tipo etnográfico, fundamentado nas concepções da pesquisa qualitativa e quantitativa, defendida, respectivamente, por André (1988 e 2005) e Moreira e Rosa (2002).

Nesta tese, foi enfatizada a análise quantitativa dos testes, comparando os resultados entre o pré-teste e o pós-teste do grupo experimental e de controle, bem como comparando os resultados entre os dois grupos. Também enfatizou-se a análise qualitativa dos dados relacionados à avaliação da disciplina e ao Método de Projetos: contrato de trabalho, projeto e apresentação. A análise já feita, porém aqui não relatada, das provas, dos mapas conceituais e mentais vai ao encontro dos resultados apresentados na tese (Parisoto, Moreira, Moro e Kilian, 2014 e 8.12 Atividades de pesquisa desenvolvidas no doutorado). Na sequência há relatos das dificuldades encontradas na pesquisa. Por fim, são apresentadas as perspectivas de continuação da pesquisa, conforme sintetizado na Figura 22.

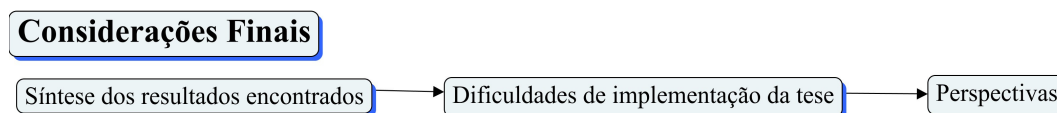


Figura 22: Síntese das considerações finais

Para responder a primeira questão de pesquisa, foram planejadas aulas de acordo com os referenciais teóricos e foi validado tal planejamento por três professores da UFRGS. Conforme verificam-se nas Tabela 9, Tabela 10 e na Figura 11, as situações-problema, relacionadas à Engenharia, foram aplicadas como segunda e sexta etapa das UEPS. O Método de Projetos permeou as duas UEPS, iniciando na primeira aula, com a organização da atividade, e tendo seu ápice nas duas últimas aulas com a apresentação e discussão dos projetos finais, desenvolvidos pelos alunos.

Toda a análise feita para encontrar indícios de Aprendizagem Significativa, segunda questão de pesquisa, a partir dos projetos desenvolvidos e do questionário

respondido pelos alunos, encontra-se na seção. A segunda UEPS versou sobre gases reais e ideais e sobre a primeira e segunda lei da Termodinâmica. Essa UEPS foi formada por sete encontros de três horas cada, totalizando 21 horas de implementação. Na Tabela 9 Tabela 10, há a descrição da segunda UEPS integrada ao Método de Projetos e as situações-problema da Física aplicada à Engenharia.

Nas Tabela 9 e Tabela 10, há a descrição detalhada das aulas, visando diminuir a lacuna mencionada no trabalho de Helle, Tynjälä e Olkinuora (2006), que apontam que faltam pesquisas que detalhem à implementação da proposta, impossibilitando que essas sejam reproduzidas e que seus resultados sejam contextualizados. Através do transcrito, respondeu-se a primeira e obteve-se argumentos para responder a segunda questão de pesquisa.

A partir do teste quantitativo, identificou-se indícios de aprendizagem significativa conceitual, procedimental e de aplicação da Física em várias situações da Engenharia. Isso ocorreu quando comparados o pós-teste ao pré-teste (significância 0,00) e um teste implementado após dois meses do término do conteúdo (significância 0,037). Comparados os ganhos do grupo de controle e do grupo experimental, descobriu-se significância de 0,037. Como a diferença, na implementação da proposta, foi a integração entre Método de Projetos, situações-problema e as UEPS, há indicativos de que a diferença na aprendizagem se deva a utilização delas.

Ao se comparar os resultados da apresentação e do projeto, observou-se que não houve diferenças estatísticas nas resoluções matemáticas e nas atividades experimentais. Acredita-se que isso deva-se ao fato da apresentação e da entrega do projeto terem ocorrido no mesmo dia, não havendo tempo para que as contribuições na apresentação fossem agregadas ao projeto, o que sugere-se que seja alterado, semelhante ao encontrado nas pesquisas de Kinnunen e Malmi (2005). Ao serem comparadas as médias de acertos e erros, obteve-se diferença estatisticamente significativa nos aspectos procedimentais matemáticos e experimentais tanto das apresentações quanto dos projetos. A partir dessas análises, pode-se enfatizar que os alunos demonstraram aprendizagem procedimental significativa tanto na Matemática quanto na construção do produto.

Quanto ao conhecimento conceitual, de um modo geral, afirma-se que houve diferença estatisticamente significativa se comparado à diferença entre a média do contrato de trabalho, da apresentação e do projeto nos três aspectos comparados: não usaram conceitos mínimos, utilização correta dos conceitos mínimos e utilização

incorreta dos conceitos mínimos. Quanto aos conceitos, todos mencionados corretamente no contrato de trabalho permaneceram na apresentação e no projeto, o que também é um indicativo de Aprendizagem Significativa. Isso pode ter ocorrido devido à possibilidade dos alunos corrigirem os trabalhos e ao contínuo retorno fornecido pela professora. A partir dessas análises, enfatiza-se que os alunos demonstraram aprendizagem conceitual significativa, que aumentou gradativamente ao longo do semestre.

Pode-se sintetizar que depois do processo de instrução, os alunos apresentaram indícios de Aprendizagem Significativa procedimental, conceitual e de aplicação, nos seguintes conhecimentos: estados da matéria, calor, equilíbrio térmico, temperatura, volume, calor específico, massa, quantidade de calor sensível, quantidade de calor latente, convecção, irradiação, condução, coeficiente de dilatação linear, coeficiente de dilatação superficial, coeficiente de dilatação volumétrica, variação, comprimento, área e volume. A maioria dos alunos não apresentaram indícios de Aprendizagem Significativa nos seguintes conhecimentos: reconhecimento de paredes compostas e simples, compressão dos materiais, identificação se é a madeira ou o tijolo o melhor isolante térmico, quando varia ou permanece a mesma temperatura nos processos térmicos. Nas aplicações na ciência, a maioria dos alunos não conseguiu relacionar irradiação, convecção e condução com a garrafa térmica, poluição das cidades, climatizador, aquecedor e brisa marinha.

Alguns alunos, depois do processo de instrução, consideraram, erroneamente, que deve-se construir uma casa de alvenaria ao invés de madeira. Segundo um desses alunos, “a alvenaria possui maior capacidade térmica que a madeira, por isso esquenta menos no verão”. Como foi visto na primeira prova, a condução térmica da madeira (0,11-0,14 J/s/(m.K)) é menor do que o tijolo (0,40-0,80 J/s/(m.K)), que é o principal constituinte de uma casa de alvenaria. Portanto, do ponto de vista do conforto térmico, o melhor é construir a casa de madeira. Muitos alunos se equivocaram na escolha entre tijolo e madeira para a construção de casas. Por esse motivo, perguntou-se, informalmente, o porquê do erro cometido. Alguns mencionaram que não souberam interpretar a tabela, consideraram o valor 0,11 maior que 0,4, o que está incorreto. Isso mostrou a necessidade de ensiná-los a interpretar tabelas.

A partir do apresentado na seção 5.2.2 Análise quantitativa dos dados obtidos a partir do questionário e comparação entre grupo de controle e experimental, pode-se responder a terceira questão de pesquisa.

Utilizou-se, para comparar se os ganhos entre o pré-teste e o pós-teste e entre os grupos eram estatisticamente significativos, o teste de Levene para igualdade das variâncias (Dancey e Reidy, 2007). Encontrou-se um valor de 0,037, que é menor que 0,050, portanto pôde-se rejeitar a hipótese nula. Sendo assim, é estatisticamente provável que os resultados obtidos foram devido à intervenção feita. Como a diferença, na implementação da proposta, foi a integração entre Método de Projetos, situações-problema e as UEPS, há indicativos de que a diferença na aprendizagem se deva a ela.

Para comparar se os ganhos entre o pós-teste e o teste aplicado após dois meses do término da implementação da atividade, eram estatisticamente significativos, utilizou-se o teste de Levene para igualdade das variâncias (Dancey e Reidy, 2007). Conforme sintetizado na Tabela 19, encontrou-se um valor de 0,037, que é menor que 0,050; portanto pôde-se rejeitar a hipótese nula. Ao se fazer o mesmo cálculo no Grupo de Controle, encontrou-se o valor de 0,249. Assim, analogamente a pesquisa de Becerra-Labra, Gras-Marti e Torregrosa (2012), é estatisticamente provável que os resultados obtidos decorrem da intervenção feita, fornecendo indicativos de que a integração facilita a aprendizagem significativa e, conseqüentemente, a retenção dos conteúdos ensinados.

A partir do apresentado na seção 5.3, pode-se chegar aos seguintes itens os quais necessita-se fazer alteração na proposta:

- Ensinar os alunos a interpretar tabelas;
- Diferenciar paredes simples e compostas;
- Enfatizar quando varia ou permanece a mesma temperatura nos processos térmicos;
- Ensinar para os alunos o que significam idealizações;
- Explicar mais detalhadamente as seguintes aplicações da Termodinâmica: garrafa térmica, poluição das cidades, climatizador, aquecedor e brisa marinha;
- Fornecer pontos extras na nota para quem resolve todas as situações-problema;

- Não pedir para os alunos entregarem respostas às situações-problema no início da aula, apenas discuti-las;
- Implementar as metodologias investigativas ao longo de vários semestres, sendo possível assim, aumentar o nível de complexidade, como propõem Zompero e Laburú (2010);
- Utilizar monitores dentro e fora de aula, ajudando os alunos a sanarem suas dúvidas. Um professor ajudando em torno de 20 grupos gera problemas, tais como, conversas paralelas, diminuição da autoeficácia, maior dificuldade na resolução das situações-problema;
- Ao se utilizar as UEPS, o tempo de aula expositiva é reduzido, pois, segundo Bruning, Schraw e Norby (2011), os seres humanos conseguem se concentrar na mesma atividade em torno de 40 minutos. Com essa dinâmica, houve algumas reclamações, tais como, a quantidade de exercícios resolvidos no quadro e as dificuldades apresentadas pelos alunos em algumas ferramentas, destacando-se nesse quesito a apresentação, a qual, por não ser usual no Método Tradicional de ensino, eles possuíam muitas dificuldades. Tais críticas, segundo O'Neil e McMahon (2005) e Prince e Felder (2006), são normais quando os alunos estão acostumados com um método passivo e passam a serem ensinados de acordo com um método ativo;
- Sugere-se aplicar provas mais curtas e cobrar as listas como pontos extras, diminuindo, assim, a resistência dos alunos ao método. Outra alternativa é reduzir as listas para que eles tenham tempo de terminar em sala de aula, deixando como atividade extra apenas o desenvolvimento de algumas partes do projeto;
- Com o intuito de melhorar a autoeficácia dos alunos e diminuir a resistência deles, quanto à proposta, recomenda-se que na primeira aula sejam apresentados resultados de projetos que foram desenvolvidos na área;
- Visar à articulação entre as cadeiras teóricas e as experimentais.

Destaca-se aqui que utilizar Método de Projetos em sala de aula foi um grande desafio, relacionado, principalmente, à resistência à implementação dos alunos e institucional.

Em relação aos alunos, a principal resistência foi quanto à autoeficácia. Eles acreditavam que não conseguiriam fazer o que foi proposto e por vezes se sentiam não amparados em aula, tendo em vista que estavam acostumados a serem ensinados de

acordo com o Método Tradicional de ensino, problemas esses apontados na literatura (O'Neil e McMahon, 2005 e Prince e Felder, 2006). Para resolver essas duas problemáticas, sugere-se, respectivamente, que na primeira aula seja apresentada uma síntese de projetos desenvolvidos por alunos em outras oportunidades e que haja instrutores em sala de aula para ajudar os grupos a desenvolverem seus projetos, diminuindo assim os problemas inerentes da transição de um método a outro.

Não houve resistência institucional ao Método de Projetos na UNISC. Entretanto, na última implementação que ocorreu em outra instituição, apesar do excelente apoio da instituição e do professor houve vários obstáculos, o que impossibilitou a utilização do Método de Projetos em aula. Esse foi um dos motivos para que esses dados não tenham sido aqui apresentados. Dentre esses obstáculos, destacam-se *aspectos burocráticos*, tais como: turmas distintas sendo avaliadas diferentemente, que poderiam gerar crítica pelos alunos; tempo necessário em sala de aula para a realização e a apresentação dos projetos, o que faz com que seja necessário diminuir tópicos ensinados.

Para sanar esses problemas, sugere-se apresentar na instituição resultados positivos encontrados na literatura que amparem a utilização do método; *autoeficácia do professor*: este apresenta, por vezes, resistência ao método, por não conhecê-lo e por precisar aprender sobre ele. A fim de diminuir essa problemática, recomenda-se ministrar cursos prévios aos professores, o que também é um grande desafio, devido à disponibilidade do professor para tanto. Também por não conhecer a metodologia tende a achar que ela *prejudica a excelência da universidade*, conhecimento prévio esse contraditório às pesquisas na área (Schneider *et al.*, 2002; Prince, 2004; Prince e Felder, 2006), o que pode ser diminuído se apresentado previamente ao professor os resultados dessas pesquisas.

Outro fator é que o professor acha que os *alunos não terão interesse na proposta*. Por exemplo, ele acredita que não adianta fornecer tempo para os alunos discutirem em sala de aula. Entretanto, quando foi deixado tempo para isso, o professor se surpreendeu com o resultado, pois os alunos permaneceram discutindo situações-problema mesmo após o término da aula. Devido a isso, o professor comentou “você vai me converter a usar o método”, destacando-se, novamente, a importância de um curso prévio ao professor que utilizará essa metodologia, enfatizando-se resultados de pesquisas na área. Visando diminuir essa resistência, tanto por parte dos alunos quanto

do professor, recomenda-se aumentar o nível de utilização das metodologias investigativas assim como sugerem Zompero e Laburú (2010).

Acredita-se que a resistência maior na UFRGS deva-se à não autonomia da professora-pesquisadora em comparação com o ocorrido na UNISC. Naquela, a professora-pesquisadora implementou a integração entre situações-problema e UEPS, enquanto cursava a disciplina denominada de Estágio Docente, no qual houve vários pontos positivos, tais como discussão do conteúdo, troca de experiências e materiais didáticos com o professor responsável pela disciplina. Entretanto, defendo que o aluno da pós-graduação deva assumir a turma, planejando, ministrando as aulas e corrigindo as avaliações, para que assim tenha uma experiência didática mais efetiva. Essa didática ainda deve ocorrer em parceria com um professor, para que se obtenha importantes contribuições e para facilitar que as novas metodologias cheguem à sala de aula. Defendo isso, pois muitos, ao terminarem a formação acadêmica, não tiveram experiência didática, o que é um dos fatores avaliados no mercado de trabalho e que podem melhorar o Ensino de Física.

Ficam como *perspectiva* de continuação da pesquisa- identificar: **1)** quais são os invariantes operatórios dos alunos na área abrangida pela proposta?; **2)** encontrar métodos que facilitem a comparação entre os dados apresentados pelos alunos nos diferentes instrumentos, fazendo a triangulação entre eles, para buscar indícios de como ocorre a evolução do campo conceitual da Termodinâmica ao longo do processo de instrução; **3)** preparar cursos para professores e instrutores; **4)** implementar a presente proposta, alterando os fatores necessários; **5)** avaliar qualitativamente e quantitativamente a nova versão da proposta; **6)** os professores continuam utilizando a proposta depois do término da pesquisa? **7)** como ocorre a implementação em outras disciplinas da Física Básica? **8)** utilizar o sistema de gerenciamento de projetos (Dominguez e Arturo, 2010; Gedik e Hanci-Karademirci, 2012; Lin *et al.*, 2013; Motschnig-Pitrik e Holzinger, 2002).

7. REFERÊNCIAS

Alorda, B., Suenaga, K., & Pons, P. (2011). Design and evaluation of a microprocessor course combining three cooperative methods: SDLA, PjBL and CnBL. *Computers & Education*, 57(1), 1876-1884.

André, M. E. D. A. (1998). *Etnografia da prática escolar*. São Paulo: Papirus Editora.

André, M. E. D. A. (2005). *Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional*. Brasília/DF: Liber Livro Editora Ltda.

Aranzabal, J. G., Mikel, C. G., García, J. M. A., & Herranz, J. L. Z. (2011). La resolución de problemas basada en el desarrollo de investigaciones guiadas en curso introductorio de Física universitaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 439-452.

Araújo, I. S., Veit, E. A., & Moreira, M.A. (2004). Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da Cinemática. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 26(2), 179-184.

Ardaiz-Villanueva, O., Nicuesa-Chacón, X., Brene-Artazcoz, O., Lizarraga, M. L. S. de A., & Baquedo, M. T. S. de A. (2011). Evaluation of computer tools for idea generation and team formation in project-based learning. *Computers & Education*, 56(1), 700-711.

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Ausubel, D. P. (2002). *Retenção e aquisição de conhecimento: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano.

Aznar, M. M., & Orcajo, T. I. (2005). Solving problems in genetics. *International Journal of Science Education*, 27(1), 101-121.

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: edições 70.

Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, 68(1), 3-12.

Basey, J. M., & Francis, C. D. (2011). Design of inquiry-oriented science labs: impacts on students' attitudes. *Research in Science & Technological Education*, 29(3), 241-255.

Batista, I. L., Lavaqui, V., & Salvi, R.F. (2008). Interdisciplinaridade escolar no Ensino Médio por meio de trabalho com projetos pedagógicos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(2), 209-239.

Becerra-Labra, C., Gras-Martí, A., & Torregrosa, J. M. (2012). Effects of a problem-based structure of physics contents on conceptual learning and the ability to solve problems. *International Journal of Physics Education*, 34(8), 1235-1253.

Borges, J. C. F., & Caldeira, A. M. de A. (2009). A cultura da cana-de-açúcar como contextualização para processo de ensino e aprendizagem na área de ciências da natureza. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 2(2), 40-55.

Bruning, R. H., Schraw, G. J., & Norby, M. M. (2011). *Cognitive Psychology and Instruction*. New Jersey: Pearson Education.

Bucussi, A. A., Ostermann, F. (2006). Projetos Curriculares Interdisciplinares e a temática da energia. *Experiências em Ensino de Ciências*, 1(1), 1-13.

Campbell, B., & Lubben, F. (2000). Learning Science through contexts: helping pupils make sense of everyday situations. *International Journal of Science Education*, 22(3), 239-252.

Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1979). *Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa*. São Paulo: EPU.

Carvalho, A. M. P. (2006). *Las prácticas experimentales en el proceso de enculturación científica*. Santiago: Universidade Católica de Chile.

Cattai, M. D. da S., & Penteadó, M. G. (2009). A formação do professor de Matemática e o trabalho com projetos na Escola. *Ciência e Educação*, 15(1), 105-120.

Chang, L. C., & Lee, G. L. (2010). A team-teaching model for practicing project-based learning in high school: collaboration between computer and subject teachers. *Computers & Education*, 55(1), 961-969.

Chen, C. Y., & Teng, K. C. (2011). The design and development of a computerized tool support for conducting senior projects in software engineering education. *Computers & Education*, 56(1), 802-817.

Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. (2015). *A falta de Engenheiros*. Recuperado em 17 de março, 2015, de: <http://www.confed.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=15360&sid=1206>.

Cooper, D. R. (2003). *Métodos de pesquisa em administração* (7a ed.). Porto Alegre: Bookman.

Cordero, S. (2002). O Taller de enseñanza de física: inovações e pressupostos de uma proposta universitária de aprendizagem colaborativa. *Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciências*, 4(1), 1-19.

Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: new roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916-937.

Dancey, C. P., & Reidy, J. (2007). *Estatística sem Matemática para Psicologia: usando SPSS para Windows* (3a ed.). São Paulo: ARTMED.

Demo, P. (1997). *Educar pela pesquisa*. 2. ed. Campinas: Autores Associados.

Derntl, M., & Motschnig-Pitrik, R. (2005). The role of structure, patterns, and people in blended learning. *Internet and Higher Education*, 8(1), 111-130.

Dewey, J. (2002). *A Escola e a Sociedade e a Criança e o Currículo*. Lisboa: Relógio d'Água.

Domínguez, C., & Jaime, A. (2010). Database desing learning: a project-based approach organized trthrough a course management system. *Computers & Education*, 55(1), 1312-1320.

Duso, L., & Borges, R. M. R. (2009). Projetos integrados na educação formal. *Experiências em Ensino de Ciências*, 4(2), 21-32.

Eisner, E.W. (1981). On the differences between scientific and artistic approaches to qualitative research. *Educational Researcher*, 10(4), 5-9.

Espindola, K., & Moreira, M. A. (2006a). A estratégia dos projetos didáticos no ensino de Física na Educação de Jovens e Adultos (EJA). *Textos de Apoio ao Professor de Física*, 17(2).

Espindola, K., & Moreira, M. A. (2006b). Relato de uma experiência didática: ensinar física com os projetos didáticos na EJA, estudo de caso. *Experiências em Ensino de Ciências*, 1(1), 55-66.

Felder, R. M., & Brent, R. (1996). Navigating the Bumpy road to Student-Centered Instruction. *College Teaching*, 44(2), 43-47.

Felder, R. M., & Brent, R. (2001). Effective strategies for Cooperative Learning. *The Journal of Cooperation e Collaboration in College Teaching*, 10(2), 69-75.

Ferrari, P. C., Angotti, J. A. P., & Tragtenberg, M. H. R. (2009). Educação problematizadora à distância para a inserção de temas contemporâneos na formação docente: uma introdução à Teoria do Caos. *Ciência e Educação*, 15(1), 85-104.

Fortus, D., Krajcik, J., Dersheimer, R. C., Marx, R. W., & Naaman, R. M. (2005). Design-based Science and real-world problem-solving. *International Journal of Science Education*, 27(7), 855-879.

Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa* (30a ed.). São Paulo: Paz e Terra.

Gaigher, E., Rogan, J. M., & Braun, M. W. H. (2007). Exploring the development of conceptual understanding through structured problema-solving in Physics. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1089-1110.

Gedik, N., & Hanci-Karademirci, A. (2012). Key instructional design issues in a cellular phone-based mobile learning project. *Computer & Education*, 58(1), 1149-1159.

Griebeler, A. (2012). *Inserção de tópicos de física quântica no ensino médio através de uma unidade de ensino potencialmente significativa*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2001). *Fundamentos de Física* (6a ed). Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos.

Helle, L., Tynjälä, P., & Olkinuora, E. (2006). Project-based learning in post-secondary education-theory, practice and rubber sling shots. *European Journal of Physics*, 51(1), 287-314.

Heo, K., Lim, K. Y., & Kim, Y. (2010). Exploratory Study on the patterns of online interaction and knowledge co-construction in project-based learning. *Computers & Education*, 55(1), 1383-1392.

Júlio, J. M., & Vaz, A. M. (2010). Atividades de investigação escolar: análise psicanalítica do engajamento em pequenos grupos. *Cadernos de pesquisa*, 40(4), 921-941.

Kinnunen, P., & Malmi, L. (2005). Problems in problem-based learning-experiences, analysis and lessons learned on an introductory programming course. *Informatics in Education*, 4(2), 193-214.

Klein, J. T. (1990). *Interdisciplinarity: history, theory and practice*. Michigan: Library of Congress Catalogin in Publication Data.

Kohnle, A., Brown, C. T. A, Rae, C. F,&Sinclair, B. D. (2012). Problem-based labs and group projects in an introductory university physics course. *Physics Education*, 47(4), 476- 481.

Kolstoe, S. D. (2000). Consensus projects: teaching science for citizenship. *International Journal of Science Education*, 22(6), 645-664.

Krathwohl, D.R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212-218. Recuperado em 29 de janeiro de 2012. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2.

Lima, M. T., Neves, E. F. Das, & Dagnino, R. (2008). Popularization of Science in Brazil: getting onto the public agenda, but how? *Journal of Science Communication*, 7(4), 1-8.

Lin, P. C., Hou, H. T., Wang, S. M.,&Chang, K. E. (2013). Analyzing knowledge dimensions and cognitive process of a project-based online discussion instructional activity using Facebook in an adult and continuing education course. *Computer & Education*, 60(1), 110- 121.

Markmann, A. B. (1999). *Knowledge Representation*. Texas: Lawrence Erlbaum Associates.

Martinez, M. E (2010). *Learning and Cognition*. New Jersey: Pearson Education.

Massoni, N. T., & Moreira, M. A. (2006). Um exemplo de metodologia qualitativa na investigação educativa em ciências. *Actas del PIDECE: textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos*, 8(1), 43-99.

Matos, M. A. E. de. (2009). A metodologia de projetos, a Aprendizagem Significativa e a educação ambiental na escola. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 2(1), 22-29.

Mills, J. E, & Treagust, D. F. (2003). Engineering Education- Is Problem-Based or Project-Based Learning the answer? *Australasian Journal of Engineering Education*,1(1), 1-16.

Moje, E. B., Collazo, T., Carrillo, R., & Marx, R. W. (2001). Maestro, what is quality? Language, literacy and discourse in Project- Based Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(4), 469-498.

Moraes, R. e Galiuzzi, M.C. (2007). Análise textual discursiva. Ijuí: Editora UNIJUÍ.

Moreira, M. A. (1980). Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. *Ciência e Cultura*, 32(4), 474-479.

Moreira, M. A. (1997). *Mapas conceituais e Aprendizagem Significativa*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.

Moreira, M. A. (2002). Pesquisa em Educação em Ciências: Métodos Qualitativos. *Texto de Apoio*, 14(4), 25-55.

Moreira, M. A. (2003). Pesquisa em Ensino: aspectos metodológicos. *Actas del PIDEAC: textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos*, 5(1), 101-136.

Moreira, M. A. (2004). Pesquisa Básica em Educação em Ciências: uma visão pessoal. *Revista Chilena de Educação Científica*, 3(1), 10-17.

Moreira, M. A. (2005). *Aprendizagem Significativa Crítica*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.

Moreira, M. A. (2010). *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro Editora.

Moreira, M. A. (2011). *Unidades de Ensino Potencialmente Significativas*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.

Moreira, M. A., & Rosa, P. R. da S. (2002). *Uma introdução à pesquisa quantitativa em ensino*. Recuperado em 29 de janeiro de 2012. Disponível em: <http://gw-ead.ufms.br:8080/xmlui/handle/123456789/25>.

Motschnig-Pitrik, R., & Derntl, M. (2002). Student-Centered eLearning (SceL): Concept and application in a students' project on supporting learning. *Educational Technology & Society*, 5(4), 1-16.

Motschnig-Pitrik, R., & Holzinger, A. (2002). Student-centered teaching meets new media: concept and case study. *Educational Technology & Society*, 5(4), 160-172.

Nehring, C. M., Silva, C. C., Trindade, J. A. de O., Pietrocola, M., Leite, R. C. M., & Pinheiro, T. de F. (2002). As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. *Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(1), 1-18.

Novak, J. D., & Gowin, B. (1984). *Aprender a Aprender*. Lisboa: Cambridge University Press.

O'Neil, G., & McMahon, T. (2005). Student-centered learning: what does it mean for students and lecturers? *Emerging Issues in the Practice of University Learning and Teaching*, 1(1), 1-10.

Oakley, B., Brent, R., Felder, R. M., & Elhadj, I. (2004). Turning student groups into effective teams. *The Journal of Student Centered Learning*, 2(1), 9-34.

Oliveira, M. H. A. de, Fisher, R., & Parisoto, M. F. (2014). Project-Based Learning applied in pre-service teacher education (*submetido*).

Ostermann, F. (2000). *Tópicos de Física Contemporânea em escolas de nível médio e na formação de professores de Física*. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

Ostermann, F., & Rezende, F. (2009). Projetos de desenvolvimento e de pesquisa na área do Ensino de Ciências e Matemática: Uma Reflexão sobre os Mestrados Profissionais. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 26(1), 66-80.

Pacheco, T. A., & Damásio, F. (2012). Ensino de Física nas séries iniciais do Ensino Fundamental: uma abordagem construtivista baseada na Aprendizagem Significativa. *Revista Técnico Científica*, 3(1), 780. Recuperado em 29 de janeiro de 2012. Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/805/497>.

Parisoto, M. F., Moreira, M. A., & Dröse, B. (2014). Integrating Didactical Strategies to Facilitate Meaningful Learning in Introductory College Physics. *Latin American Journal Physics Education*, 8(4), 4402-4408.

Parisoto, M. F., Moreira, M. A., & Kilian, A. S. (2014). Effect of learning based on method of projects on knowledge retention: a quantitative approach. *International Journal of Physics Education* (*submetido*).

Parisoto, M. F., Oliveira, M. H. A. de, & Fisher, R. (2014). Aprendizagem por projetos: relação dialética entre teoria e prática na formação de professores. *Experiências em Ensino de Ciências* (*submetido*).

Parisoto, M. F., Moreira, M. A., Oliveira, M. H. A. de, & Fischer R. (2014). Método de Projetos no contexto educativo: uma revisão da literatura recente (2000-2013). Alexandria (*submetido*).

Parisoto, M. F., Moreira, M. A., Moro, J. T., & Kilian, A. S. (2014). Utilização de mapas conceituais para buscar indícios de Aprendizagem Significativa na Física aplicada na Engenharia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* (*submetido*).

Perrenet, J. C., Bouhuijs, P.A.J, & Smits, J. G. M. M. (2000). The suitability of problem-based learning for engineering education: theory and practice. *Teacher in Higher Education*, 5(3), 345-358.

Pessoa, O. F. (2003). *Eis a Questão fazer para aprender*. Recuperado em 29 de janeiro de 2012. Disponível em: http://www.ipm.org.br/ipmb_pagina.php?mpg=3.08.01.01.00&num=15&ver=por.

Pessoa, O. F. (1970). *Como ensinar ciências*. São Paulo: Ed. Nacional.

Piaget, J. (1976). *A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Zahar.

Planinšič, G. (2007). Project laboratory for first-year students. *European Journal of Physics*, 28(1), 71-82.

Prain, V., & Waldrip, B. (2006). An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1843-1866.

Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 1(1), 123-138.

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.

Raine, D., & Collett, J. (2003). Problem-based learning in astrophysics. *European Journal of Physics*, 24(2), 1-9.

Rivet, A. E., & Krajcik, J. S. (2004). Achieving standards in urban systemic reform: an example of a sixth grade project-based science curriculum. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(7), 669-692.

Rogers, C. R. (1977). *Liberdade para aprender*. Belo Horizonte: Interlivros.

Ryan, R. M., Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54-67.

Sahin, Y. G. (2011). A team building model for software engineering courses term projects. *Computers & Education*, 56(1), 916-922.

Salas-Morera, L., Arauzo-Azofra, A., García-Hernández, L., Palomo-Romero, J. M., & Hervás-Matínez, C. (2013). PpcProject: an educational tool for software project management. *Computer & Education*, 69(1), 181- 188.

Santarosa, M. C. (2011). *Física e cálculo: a integração entre situações físicas e conceitos matemáticos que pode favorecer a Aprendizagem Significativa em Física Básica Universitária*. Qualificação de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

Schneider, R. M., Krajcik, J., Marx, R. W., & Soloway, E. (2002). Performance of students in Project-Based Science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(5), 410-422.

Shreeve, M. W. (2008). Beyond the didactic classroom: educational models to encourage active student involvement in learning. *The Journal of Chiropractic Education*, 22(1), 23-27.

Silveira, F. L. da, Moreira, M. A., & Axt, R. (1989). Validação de um teste para detectar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. *Ciência e Cultura*, 41(11), 1129-1133.

Smith, K. A., Sheppard, S. D., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2005). Pedagogies of engagement: classroom-based practices. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 87-101.

Souza, C. A., & Bastos, F. da P. de. (2006). Um ambiente multimídia e a resolução de problemas de Física. *Ciência e Educação*, 12(3), 315- 332.

Stern, L., & Roseman, J. E. (2004). Can Middle-School science textbooks help students learn important ideals? Findings from project 2061's Curriculum Evaluation Study: Life Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), 538-568.

Tao, P.K., & Gunstone, R. F. (1999). The process of conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 859-882.

Telles, M. (2012). *Brasil sofre com a falta de Engenheiros: área é considerada estratégica para o desenvolvimento do país*. Recuperado em 11 de março de 2013. Disponível em: www.finep.gov.br/imprensa/inovacao_em_pauta_6_educacao.pdf

Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana: el uso colectivo y evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Editorial.

Venville, G., Sheffield, R., Rennie, L. J., & Wallace, J. (2008). The writing on the wall: classroom context, curriculum implementation, and student learning in integrates, community-based science projects. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(8), 857-880.

Vergnaud, G. (1988). *Number concepts and operations in the middle grades*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.

Vergnaud, G. (1993, outubro). Teoria dos campos conceituais. *Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Vergnaud, G. (1998). A comprehensive theory of representation for mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, 17(2), 167-181.

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23), 133-170.

Vianna, H. M. (1978). *Testes em educação*. 3a ed. São Paulo: IBRASA.

Vygotsky, L. S. (2007). *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 7a ed. São Paulo: Martins Fontes.

Winnie, S. W. M. (2010). Meaning representation in video outcomes of inquiry project. *Computers & Education*, 55(1), 1532-1541.

Zaratini, P. F., Neves, M. C. D., Silva, S. de C. R. da., Mendes, G. M., & Justus, J. F. (2012). Concepções de estudantes sobre alfabetização científica: conjecturas a cerca do ensino de ciências. *Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia*. Recuperado em 29 de janeiro de 2012. Disponível em: <http://www.sinect.com.br/2012/selecionados.php>.

Zompero, A. de F., Laburú, C. E. (2010). As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 5(2), 12-19.

http://phetcolorado.edu/pt_BR/simulation/gas-properties

<http://www.fisicareal.com/transfGas.html>

<http://www.if.ufrgs.br/~leila/dilata.htm#linear>

<http://www.metric-conversions.org/>

<http://www.youtube.com/watch?v=SaoYI5tjwY>

<http://www.youtube.com/watch?v=0vntC-7Gktw>

http://www.youtube.com/watch?v=4YEvVztJ7Ls&feature=player_detailpage

http://www.youtube.com/watch?v=gNkjI_i-dIQ

<http://www.youtube.com/watch?v=LSqXSpQNpUQ>

<http://www.youtube.com/watch?v=S8Ft917mcTQ>

<http://www.youtube.com/watch?v=UA9H2WLV9M0>


<http://www.youtube.com/watch?v=UmugjVvk4GII>

<http://www1.folha.uol.com.br/educacao/2012/08/1138074-mec-vai-propor-a-fusao-de-disciplinas-do-ensino-medio.shtml>

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABgUoAC/densidade-relativa-calor-especifico>

8. APÊNDICE

8.1 Plano de Ensino

	PLANO DE ENSINO Pró-Reitoria de Graduação	
DISCIPLINA: FÍSICA PARA ENGENHARIA II	CÓDIGO: 8515	TURMA: 1
DEPARTAMENTO: QUÍMICA E FÍSICA		
I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO		
1. UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL		
2. Endereço: AV. INDEPENDÊNCIA, 2293		
3. Cursos: 483 ENGENHARIA DE PRODUÇÃO		
4. Créditos: 4.0	Carga Horária: 60.0h	
5. Professores: MARA FERNANDA PARISOTO		
6. Ano/Semestre: 2012/2		
7. Laboratório(s): (x) Não () Sim		
8. Visitas e/ou saídas de campo (x) Não () Sim		
II - EMENTA		
Termodinâmica. Óptica geométrica.		
III - OBJETIVOS E/OU COMPETÊNCIAS E HABILIDADES		
Qualificar o graduando na compreensão de fenômenos físicos e na solução de problemas em física básica relacionados aos conteúdos de Termodinâmica e Óptica Geométrica. Desenvolver o trabalho em equipe, a oratória, a criatividade, a organização, a escrita e a utilização de várias ferramentas de representação. O aluno deve ser capaz de utilizar os conceitos físicos aprendidos na disciplina no seu campo de atuação profissional de maneira sustentável.		
IV - CONTEÚDO PROGRAMÁTICO		
1. Termometria: 1.1 Termômetros, escala Celsius e Fahrenheit e escala de temperatura absoluta (Kelvin). 2. Expansão térmica: 2.1 Expansão linear e expansão volumar; 2.2 Lei dos gases ideais. 3. Gases reais: 3.1 Equação de Van der Waals, isotermas líquido-vapor, diagrama de fase, umidade relativa. 4. Calorimetria: 4.1 Capacidade calorífica e calor específico, mudanças de fase e calor latente, transferência de energia térmica. 5. Primeira lei de termodinâmica. 6. Energia interna de um gás ideal. 7. Trabalho e diagrama P-V de um gás ideal: 7.2 Processo isobárico, processo isotérmico, processo isocórico. 8. Capacidade calorífica e teorema da equipartição da energia. 9. Metais e a Lei de Dulong-Petit 10. Expansão adiabática de um gás ideal. 11. Segunda Lei da Termodinâmica: 11.1 Enunciado de Kelvin-Planck; 11.2 Enunciado de Clausius. 12. Ciclo de Carnot: 12.1 Máquina de Carnot, rendimento Carnot para um gás ideal. 13. Transferência de calor. 14. Reflexão e refração: 14.1 Reflexão em superfície plana, reflexão em espelho esférico; 14.2 Reflexão em superfície plana, refração em superfície esférica. 15. Lentes e instrumentos ópticos: 15.1 Lentes delgadas, lentes divergentes.		
V - PROGRAMAÇÃO		
02/08/2012	expansão térmica linear, superficial e volumétrica.	

09/08/2012	temômetros e escalas termométricas.
16/08/2012	Quantidade de calor e calorimetria.
23/08/2012	propagação calor, transições de fase e Equações de Estado: gases ideais
30/08/2012	Modelo cinético-molecular de um gas ideal capacidade calorífica, Trabalho, Energia interna e Primeira lei da termodinâmica
06/09/2012	Correção listas de exercícios
13/09/2012	1º Prova
27/09/2012	entrega roteiro projeto, correção prova, processos termodinâmicos, energia interna
04/10/2012	calor específico de um gás ideal
11/10/2012	Segunda lei da Termodinâmica
18/10/2012	Correção listas de exercícios
25/10/2012	2º Prova
01/11/2012	Refração e Reflexão em espelhos planos e espelhos esféricos
08/11/2012	Lentes delgadas
13/11/2012	Correção listas de exercícios
22/11/2012	3º Prova
29/11/2012	Apresentação de trabalho
06/12/2012	Apresentação de trabalho
13/12/2012	EXAME
VI - METODOLOGIA	
TÉCNICAS	RECURSOS AUDIOVISUAIS
<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva - Resolução de exercícios - EAD (UNISC) no endereço: http://ead.unisc.br -Simulações e modelagens computacionais; -Atividades experimentais. -Método de Projetos integrado com as UEPS; -Vídeos, mapas conceituais, situações-problemas, mapas mentais, diagrama V e AVM. 	<ul style="list-style-type: none"> - Quadro branco. - Projetor multimídia; -Atividades Experimentais.
VII - AVALIAÇÃO	
<p>5 avaliações, de modo que a avaliação seja feita ao longo de todo o semestre. Estas avaliações serão compostas por: -3 provas de 10 pontos cada.</p> <p>1ª prova- temômetros, escalas termométricas e expansão térmica. Quantidade de calor e calorimetria, transições de fase, Equações de Estado: gases ideais , Modelo cinético-molecular de um gas ideal. capacidade calorífica.</p> <p>2ª prova- Trabalho, Energia interna e Primeira lei da termodinâmica , Processos termodinâmicos, energia interna e calor específico de um gás ideal; máquinas térmicas e o ciclo de Carnot; Segunda lei da Termodinâmica</p> <p>3ª prova- Refração e Reflexão em espelhos planos e espelhos esféricos, Lentes delgadas.</p> <p>-Listas de exercícios e demais atividades propostas totalizando 10 pontos;</p> <p>- Desenvolvimento projeto, dividido em: roteiro (5 pontos), apresentação (5 pontos), trabalho escrito (5 pontos), auto-avaliação (5 pontos), totalizando 20 pontos. Os critérios para avaliação do desenvolvimento do projeto são:</p> <p>Roteiro de trabalho: possibilidade de realização da proposta, organização, divisão de tarefas, relação com o problema, quantidade de situações que abarca na cidade, como resolver tais situações, relações com a termologia.</p> <p>Apresentação oral: organização, divisão de tarefas, relação com o problema, quantidade de situações que abarca na cidade, proposta para resolver tais situações, possibilidade de implementação da proposta, custo, ferramentas de apresentação, utilização correta de conceitos físicos relacionados a termologia.</p> <p>Trabalho escrito: organização, relação com o problema, quantidade de situações que abarca na cidade, proposta para resolver tais situações, possibilidade de implementação da proposta, custo, ferramentas de apresentação, utilização correta de conceitos físicos relacionados a termologia.</p>	

Auto-avaliação individual: A avaliação deve incluir: a) os critérios que o sujeito julga seu trabalho; b) por que o sujeito adotou tais critérios; c) a nota.

A nota final será a soma de todas as notas dividido pelo número de avaliações (5).

VIII - REFERÊNCIAS BÁSICAS	Biblioteca	Nº Ex.:
KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. Física. São Paulo: Makron Books, 1999. 2 v.	Biblioteca Central	10
RESNICK, Robert; HALLIDAY, David; KRANE, Kenneth S. Física. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004. 4 v.	Biblioteca Central	12
SERWAY, Raymond A. Física: para cientistas e engenheiros : com física moderna. 3. ed Rio de Janeiro: LTC, c1996. 4 v.	Biblioteca Central	27
TIPLER, Paul Allen. Física para cientistas e engenheiros. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, [1994-1995]. 4 v.	Biblioteca Central	15
WALKER, Jearl. Halliday/Resnick: fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro: GEN, c2009. 4 v.	Biblioteca Central	33
IX - REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES	Biblioteca	Nº Ex.:
COSTA, Ennio Cruz da. Arquitetura ecológica: condicionamento térmico natural. São Paulo: E. Blücher, 1982. 264 p.	Biblioteca Central	23
COSTA, Ennio Cruz da. Física aplicada à construção: conforto térmico. 4. ed. São Paulo: E. Blücher, 1999. 264p.	Biblioteca Central	9
COSTA, Ennio Cruz da. Refrigeração. 3. ed. São Paulo: E. Blücher, 1982. 322 p.	Biblioteca Central	4
FEYNMAN, Richard P.; LEIGHTON, Robert B.; SANDS, Matthew. Física. Buenos Aires: Addison-Wesley Iberoamericana, 1987. 3 v.	Biblioteca Central	3
FISHBANE, Paul M.; GASIOROWICZ, Stephen; THORNTON, Stephen T. Physics for scientists and engineers. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996. v.	Biblioteca Central	5
LUCIE, Pierre. Física básica. Rio de Janeiro: Campus, [1979-1980]. 5 v.	Biblioteca Central	3
NUSENZVEIG, H. Moisés. Curso de física básica. São Paulo: E. Blücher, c1983. 2 v.	Biblioteca Central	2
SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark Waldo; YOUNG, Hugh D. Física. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, [1983-1985]. 4 v.	Biblioteca Central	47
SERWAY, Raymond A. Physics: for scientists & engineers with modern physics. 3rd. ed. Orlando: Harcourt Brace, 1992. 1444 p.	Biblioteca Central	2

8.2 Projeto

Professora: Mara Fernanda Parisoto

Disciplina: Física II

Engenheiro de Produção: gerencia recursos humanos, financeiros e materiais para aumentar produtividade de uma empresa.

Problema: O estado do Rio Grande do Sul resolveu fazer uma cidade planejada autossustentável, para tanto deve-se diminuir, por exemplo, a poluição, o consumo de água e energia, mas ao mesmo tempo deve-se ter conforto, por exemplo, térmico. Para tanto abriram uma licitação e sua empresa irá concorrer. Irá ganhar a licitação quem tiver as melhores ideias, a melhor apresentação oral e escrita e a melhor relação custo/benefício. Vocês deverão convencer o comprador.

Prêmio hipotético: Ganho de uma licitação bilionária.

Obs.: Cada parte do trabalho tem a mesma pontuação, a soma das partes do trabalho terá peso máximo de 20 pontos.

DADOS GERAIS

Nome da dupla:

Quais são seus interesses ao fazer a disciplina de Física II?

Como vão fazer para realizar seus objetivos ao cursar a disciplina de Física II?

CONTRATO DE TRABALHO

Objetivo:

O que vão fazer:

Como vão fazer:

Cronograma:

AVALIAÇÃO

Contrato de trabalho: possibilidade de realização da proposta, organização, divisão de tarefas, relação com o problema, quantidade de situações que abarca na cidade, como resolver tais situações, relações com a Termodinâmica.

Apresentação oral: organização, divisão de tarefas, relação com o problema, quantidade de situações que abarca na cidade, proposta para resolver tais situações, possibilidade de implementação da proposta, custo, ferramentas de apresentação, utilização correta de conceitos físicos relacionados a Termodinâmica.

Trabalho escrito: organização, relação com o problema, quantidade de situações que abarca na cidade, proposta para resolver tais situações, possibilidade de implementação da proposta, custo, ferramentas de apresentação, utilização correta de conceitos físicos relacionados a Termodinâmica.

Autoavaliação individual: A avaliação deve incluir: a) os critérios que o sujeito julga seu trabalho; b) por que o sujeito adotou tais critérios; c) a nota.

8.4 Lista 1

Professora: Mara Fernanda Parisoto

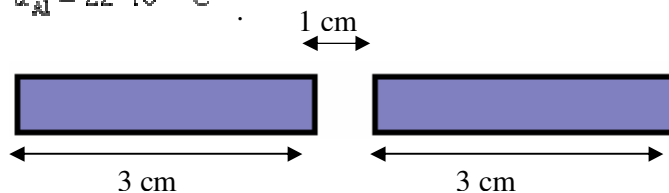
Disciplina: Física II

Lista 1: Dilatação térmica, escalas termométricas, calor e temperatura.

Aluno:

Curso:

1. Cite os três tipos de dilatação que podem ocorrer nos sólidos e descreva semelhanças e diferenças entre eles?
2. Que propriedade está associada à dilatação e contração dos corpos? Diferentes materiais se dilatam e contraem igualmente? Explique.
3. Por que um balão sobe?
4. Como funcionam os detectores de incêndio? Explique seu funcionamento a partir da dilatação, faça um desenho para ficar mais fácil o entendimento do detector.
5. O que é uma vaso dilatação e uma vaso contração? Como ocorre?
6. A tampa de zinco de um frasco de vidro agarrou no gargalo de rosca externa e não foi possível soltá-la. Sendo os coeficientes de dilatação linear do zinco e do vidro, respectivamente, iguais a $30 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e $8,5 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, como proceder? Justifique sua resposta. Temos à disposição um caldeirão com água quente e outro com água gelada.
7. Um fio de um dado material possui um comprimento de 60m a uma temperatura de $45 \text{ } ^\circ\text{C}$. O comprimento do fio a $-10 \text{ } ^\circ\text{C}$ é de 59,6m, de qual material o fio é feito?
8. Duas barras de alumínio de 3 metros de comprimento, encontram-se separadas por 1 cm à $20 \text{ } ^\circ\text{C}$. Qual deve ser a temperatura para que elas se encostem, considerando que a única direção da dilatação acontecerá no sentido do encontro? Sendo $\alpha_{\text{Al}} = 22 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.



9. Um fazendeiro quer cercar com arame um terreno quadrado cujo lado possui comprimento igual a 25m e para isso adquire 100m de fio. Fazendo o cercado, o fazendeiro percebe que faltaram 2cm de fio para a cerca ficar perfeita. Como não quer desperdiçar o material e seria impossível uma emenda no arame, o fazendeiro decide pensar em uma alternativa. Depois de algumas horas, ele percebe que naquele dia a temperatura da cidade está mais baixa do que a média e decide fazer cálculos para verificar se seria possível utilizar o fio num dia mais quente, já que ele estaria dilatado. Sabendo que o acréscimo no comprimento do fio é proporcional ao seu comprimento inicial, ao seu coeficiente de dilatação linear e à variação de temperatura sofrida, calcule o aumento de temperatura que deve ocorrer na cidade para que o fio atinja o tamanho desejado. (Dado: coeficiente de dilatação térmica linear do fio = $4 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$). Ache este valor em Celsius, Kelvin e Fahrenheit.
10. Uma peça de zinco é constituída a partir de uma chapa de zinco cujo lado possui comprimento igual a 30cm, da qual foi retirado um pedaço de área 500 cm^2 . Elevando-se em $50 \text{ } ^\circ\text{C}$ a temperatura da peça restante, qual será sua área final em centímetros quadrados? (Dado $\alpha_{\text{Zn}} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$). Ache este valor em Celsius, Kelvin e Fahrenheit.

11. Um paralelepípedo de uma liga de alumínio ($\alpha_{Al} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) tem arestas que, à 0°C , medem 5cm, 40cm e 30cm. De quanto aumenta seu volume ao ser aquecido à temperatura de 100°C ?

12. Suponha que seu carro tenha um tanque de gasolina com capacidade de 30 l, e que você mora em uma cidade cuja temperatura varia 30°C em um determinado dia. a) quando seria melhor você abastecer? Justifique. Se você encher o tanque quando a temperatura for 0°C e você manter o carro parado depois disto, qual será a quantidade de gasolina derramada quando a temperatura for de 30°C ? Coeficiente de dilatação volumétrica da gasolina: $\gamma = 1,2 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$; Coeficiente de dilatação volumétrica do tanque: $1,7 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

13. Um recipiente de vidro com capacidade de 3000cm^3 , está completamente cheio com um líquido, a 0°C . O conjunto é aquecido até 100°C e observa-se que 15cm^3 desse líquido extravasa do recipiente.

Considerando-se o coeficiente de dilatação linear do vidro como sendo constante no referido intervalo térmico e igual a $\alpha_{\text{vidro}} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, qual é o coeficiente de dilatação real desse líquido?

14. Suponha que você seja engenheiro e necessite escolher os parâmetros que utilizará para fazer a ligação elétrica de uma cidade: a) quais variáveis, relacionadas à Termodinâmica, você consideraria? b) quais idealizações, relacionadas à Termodinâmica, você faria? Utilize matemática para argumentar. c) dê um exemplo numérico. **Dado:** considere que a cidade possua as estações bem definidas.

15. a) Construa uma escala termométrica diferente das três estudadas; b) nomeie esta escala; c) escolha uma temperatura nesta escala; d) encontre o valor desta temperatura em Celsius, Kelvin e Fahrenheit.

16. a) Por que não existe apenas uma escala termométrica (explique historicamente)?
b) dada a análise histórica do item anterior você considera que o conhecimento científico é imparcial, imutável e verdadeiro? Variáveis externas à ciência podem interferir no trabalho dos cientistas? Discuta.

8.5 Lista 2

Professora: Mara Fernanda Parisoto

Disciplina: Física II

Lista 2: Calor latente, Calor Sensível, equilíbrio térmico.

Aluno:

Curso:

1. Explique o que é calor, fluxo de energia térmica, energia térmica e capacidade térmica.

2. Um refrigerador retira calor do seu interior à razão de 20 cal/min. Um corpo de capacidade térmica de 5cal/°C é colocado neste refrigerador e nele permanece durante 40 minutos, sendo retirado ao atingir a temperatura de 20°C. Determine:

a) a variação da temperatura sofrida pelo corpo;

b) a temperatura do corpo ao ser colocado no refrigerador.

3. Quando um mecânico desbasta uma peça metálica com seu esmeril, fragmentos incandescentes do metal são lançados ao ar. Eventualmente, um ou outro atinge a pessoa, porém sem causar danos, apesar da sua elevada temperatura. Explique por que isto ocorre.

4. Consideremos uma amostra de alumínio, cujo calor específico é $c = 0,217 \text{ cal/ (g.}^\circ\text{C)}$. Se a massa da amostra é $m = 50\text{g}$, qual a quantidade de calor que deve trocar para que sua temperatura:

a) aumente de 10°C para 50°C?

b) diminua de 80°C para 20°C?

5. Em um dia de céu azul, às 9 horas da manhã, um banhista percebe que a água do mar está muito fria, mas a areia da praia está quente. Retornando à praia, às 21 horas, ele nota que a areia está muito fria e a água do mar ainda está morna. Explique o fenômeno observado.

6. Durante 10 minutos, um corpo permanece em contato com uma fonte que fornece 10 calorias por segundo. Sua temperatura sobe então de -20° C para 30°C. Se houve uma perda de 30% da energia fornecida para o ambiente e sendo de 200 gramas a massa do corpo, determine:

a) a quantidade de calor recebida pelo corpo;

b) o calor específico da substância de que é feito o corpo;

c) a capacidade térmica do corpo;

d) de qual material é formado o corpo.

7. Qual é a quantidade de calor necessária para transformar 50g de gelo a -20 °C em água a 40°C, conhecendo o calor específico do gelo (0,50cal/g.°C), o calor específico da água (1 cal/g.°C) e o calor latente de fusão do gelo (80 cal/g)?

8. Foram colocadas 50 gramas de gelo a 0°C em 100 gramas de água. Após certo tempo, verifica-se que existem 30 gramas de gelo boiando na água em equilíbrio térmico. Admitindo-se que não ocorreu troca de calor com o ambiente, que o calor específico da água é 1 cal/(g.°C) e que o calor de fusão do gelo é 80 cal/g:

a) qual a temperatura final da mistura?

b) qual a temperatura inicial da água?

8.6 Lista 3

Professora: Mara Fernanda Parisoto

Disciplina: Física II

Lista 3: Transmissão de energia térmica.

Aluno:

Curso:

Condução térmica

1. Faça uma síntese explicando a irradiação, condução e convecção. Que parâmetros estão envolvidos na condução térmica? Explique o que ocorre no material a nível microscópico.

2. Um homem trajando um macacão de lã, de espessura de 5mm e área de 2 m², encontra-se em um local em que a temperatura ambiente vale -4 °C. Sabendo que o coeficiente de condução térmica da lã é $1.10^{-4} \text{ cal}/(\text{s.cm.}^\circ\text{C})$ e que a temperatura corporal do homem é 36°C.

a) determine o fluxo de energia térmica, em cal/s, que se estabelece através do macacão;

b) calcule a quantidade de calor que o homem perde em meia hora;

c) esboce um gráfico da temperatura ao longo do macacão, considerando que as temperaturas dos dois lados não variem no decorrer do tempo.

2. Numa indústria têxtil, desenvolve-se uma pesquisa com o objetivo de produzir um novo tecido com boas condições de isolamento para a condução térmica. Obteve-se, assim, um material adequado para a produção de cobertores de espessura uniforme. Ao se estabelecer, em regime estacionário, uma diferença de temperatura de 40 °C entre as faces opostas do cobertor, o fluxo de energia térmica por condução é 40 cal/s para cada metro quadrado da área.

Sendo o coeficiente de condução térmica igual a 0,00010 cal/s.cm.°C e a massa existente em 1 m² do material igual a 0,5 kg, determine sua densidade.

3. Responda:

a) Que exigências a condução térmica, o calor específico e o coeficiente de dilatação de um material devem satisfazer para que possam ser utilizados na confecção de utensílios de cozinha?

b) Se você puser a mão dentro de um forno quente para tirar uma assadeira, queimar os dedos ao tocar nela. No entanto, o ar dentro do forno está à mesma temperatura da assadeira, mas não queima seus dedos. Explique por que isso ocorre.

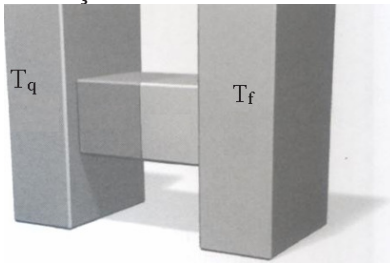
c) Em caso de febre alta, os médicos recomendam envolver o doente com uma toalha úmida. Explique em que fundamento físico os médicos se baseiam.

d) Como o ser humano mantém sua temperatura corporal a 36,5 °C, independentemente da temperatura ambiente?

4. Suponha que o teto da residência de uma família deva ter resistência térmica igual a 30 m².k/W para fornecer um isolamento adequado. Para fornecer tal isolamento, qual deve ser a espessura de um revestimento de a) espuma de poliuretano e b) prata.

5. Suponha que o comprimento da barra entre as duas paredes, demonstrada na figura abaixo, seja de 25cm, sua área seja de 90cm² e que o material que a constitui seja cobre.

Se $T_q=125^\circ\text{C}$, $T_f=10^\circ\text{C}$ e a temperatura de equilíbrio é atingida, encontre a taxa de condução térmica através da barra.



6. A sala de estudo será refrigerada de modo a manter a temperatura interna em 23°C . Considere que a temperatura externa atinge um máximo de 33°C . Calcule o fluxo de energia térmica transferido, por condução, através das paredes, teto e piso da sala e indique, dentre os valores apresentados na tabela abaixo, a potência mínima que um aparelho de ar-condicionado deve possuir para satisfazer as condições desejadas. Como podemos transformar Kcal em BTU e em W?

Dados: Condução térmica média das paredes, teto e piso: $k = 2 \cdot 10^{-4} \text{ kcal (s.m. } ^\circ\text{C)}^{-1}$; espessura média das paredes, teto e piso = 10 cm; áreas das paredes, teto e piso $A = 50 \text{ m}^2$; desprezar as trocas de calor por convecção e irradiação.

Aparelho	Potência
1	7 500 BTU/h (ou 0,525 kcal/s)
2	10 000 BTU/h (ou 0,700 kcal/s)
3	12 000 BTU/h (ou 0,840 kcal/s)
4	18 000 BTU/h (ou 1,260 kcal/s)
5	21 000 BTU/h (ou 1,470 kcal/s)

7. Em um ambiente, os objetos componentes estão todos em equilíbrio térmico; ao tocarmos a mão numa mesa de madeira e numa travessa de alumínio, temos então sensações térmicas diferentes. Por que isso ocorre?

Se aquecermos uma das extremidades de duas barras idênticas, uma de madeira e outra de alumínio, ambas com uma bola de cera presa na extremidade oposta, em qual das barras a cera derreterá antes?

Há relação entre esse fato e a situação inicial? Dados: condução térmica do Al = $0,58 \text{ cal/s.cm.}^\circ\text{C}$; condução térmica da madeira: $0,0005 \text{ cal/s.cm.}^\circ\text{C}$.

Convecção

8. Use seus conhecimentos sobre convecção para explicar a) o princípio de funcionamento da água por energia solar; b) a brisa marinha; c) por que em dias mais frios as cidades ficam mais poluídas; d) a localização do ar condicionado, do refrigerado e do aquecedor.

Irradiação

9. Um cubo de lado $6 \cdot 10^{-6} \text{ m}$, emissividade 0,75 e de temperatura de -100°C flutua em um ambiente a -150°C . Qual é a taxa líquida (resultante) de transferência de radiação térmica do cubo?

Tudo

10. a) Explique o funcionamento da garrafa térmica, usando o que você aprendeu sobre condução, radiação e convecção; **b)** como você faria para melhorar uma garrafa térmica?

11. Vamos ver se você aprendeu: responda novamente as duas situações-problema propostas no início da aula.

8.7 Prova 1

Prova de Física

Disciplina Física II para a Engenharia.

Professora: Mara Fernanda Parisoto

Assuntos: Dilatação térmica, escalas termométricas, calor e temperatura, calor latente, calor sensível, equilíbrio térmico, transmissão de energia térmica.

Turma:

Aluno (a):

NOTA

Observações: cada questão possui a mesma pontuação. A prova vale 10 pontos. Você deverá segurar apenas caneta, calculadora, lápis, borracha, lapiseira, corretivo, apontador, o restante deverá ser colocado na mesa na frente da sala. As questões 1 a 5 são situações-problema resolvidas em aula e já entregue por vocês, estas serão somadas a prova, quem não as fez anteriormente ou desejar refazer pode fazer e entregar com a prova, caso não deseje podem deixá-las em branco.

Questão 1.

Você, como engenheiro, precisa descobrir de qual(is) material(is) é(são) feita uma placa de modo a poder reproduzi-la. Como você descobriria isto a partir a) da dilatação? b) da resistência térmica? c) das trocas de calor I) sensível e II) latente. **Descreva todos os passos que você utilizaria para as quatro formas de descobrir de que material a placa é feita.**

Questão 2.

Um fio de dado material possui um comprimento de 60m a uma temperatura de 45 °C. O comprimento do fio a -10 °C é de 59,6m, de qual material o fio é feito?

Questão 3.

Suponha que você seja engenheiro e necessite escolher os parâmetros que utilizará para fazer a ligação elétrica de uma cidade: a) quais variáveis, relacionadas à Termodinâmica, você consideraria? b) quais idealizações, relacionadas à Termodinâmica, você faria? Utilize matemática para argumentar. c) dê um exemplo numérico. **Dado:** considere que a cidade possua as estações bem definidas.

Questão 4.

Uma batata está sobre uma mesa, a céu aberto, em um dia ensolarado: a) como você faria para cozinhar a batata, o mais rápido possível, usando apenas a energia solar? b) se no lugar da batata tivéssemos um cubo de gelo, o que iria acontecer com sua temperatura e quais processos térmicos ocorreriam até ele virar completamente vapor? c) se quisermos que ele evapore mais rapidamente o que podemos fazer?

Questão 5.

Com base no estudado até agora: a) como você projetaria uma casa, no Rio Grande do Sul, para que no verão não seja necessário resfriá-la e no inverno não seja necessário usar aquecedor? Justifique a partir da Termodinâmica. Use pelo menos três ideias; b) para esta finalidade seria melhor usar madeira ou tijolo? Ver tabela da condução térmica; c) quais as diferenças entre as paredes simples e compostas.

Questão 6.

Explique a partir da irradiação, convecção e condução: a) como funciona a garrafa térmica? b) como ocorre a brisa marinha durante o dia e à noite, c) como a radiação do Sol chega até à Terra, d) por que em dias mais frios há mais problemas respiratórios devido à poluição? e) onde você colocaria os aparelhos para resfriar e aquecer uma casa (use o que aprendemos sobre densidade e convecção)?

Questão 7.

a) Invente sua escala termométrica; b) represente-a e também a escala Celsius; c) transforme uma temperatura de sua escala em °C.

Questão 8.

Suponha que seu carro tenha um tanque de gasolina com capacidade de 30 l, e que você mora em uma cidade que no dia a temperatura varia 30°C. a) Seria melhor abastecer quando a temperatura é mais ou menos elevada? Justifique. b) Se você encher o tanque quando a temperatura for 0 °C e você manter o carro parado depois disto, qual será a quantidade de gasolina derramada quando a temperatura for de 303K? Coeficiente de dilatação volumétrica da gasolina: $\gamma = 1,2 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$; Coeficiente de dilatação volumétrica do tanque: $1,7 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Questão 9.

Numa indústria têxtil, desenvolve-se uma pesquisa com o objetivo de produzir um novo tecido com boas condições de isolamento para a condução térmica. Obteve-se, assim, um material adequado para a produção de cobertores de pequena espessura (uniforme). Ao se estabelecer, em regime estacionário, uma diferença de temperatura de 40 °C entre as faces opostas do cobertor, o fluxo de energia térmica por condução é 40 cal/s para cada metro quadrado da área.

Sendo $K = 0,00010 \text{ cal/s.cm.}^\circ\text{C}$ o coeficiente de condução térmica desse material e a massa correspondente a 1 m^2 igual a 0,5 kg, sua densidade superficial é:

Questão 10.

A sala de estudo será refrigerada de modo a manter a temperatura interna em 23 °C. Considere que a temperatura externa atinge um máximo de 33 °C. Calcule o fluxo de energia térmica transferido, por condução, através das paredes, teto e piso da sala e indique, dentre os valores apresentados na tabela abaixo, a potência mínima que um aparelho de ar-condicionado deve possuir para satisfazer as condições desejadas. Como podemos transformar Kcal em BTU e em W?

Dados: Condução térmica média das paredes, teto e piso: $k = 2 \cdot 10^{-4} \text{ kcal (s.m. } ^\circ\text{C)}^{-1}$; espessura média das paredes, teto e piso = 10 cm; áreas das paredes, teto e piso $A = 50 \text{ m}^2$; desprezar as trocas de calor por convecção e irradiação.

Aparelho	Potência
1	7 500 BTU/h (ou 0,525 kcal/s)
2	10 000 BTU/h (ou 0,700 kcal/s)
3	12 000 BTU/h (ou 0,840 kcal/s)
4	18 000 BTU/h (ou 1,260 kcal/s)
5	21 000 BTU/h (ou 1,470 kcal/s)

Questão 11.

Um cubo de lado $6 \cdot 10^{-6}$ m, emissividade 0,75 e de temperatura de -100 °C flutua em um ambiente a -150 °C. Qual é a taxa líquida (resultante) de transferência de radiação térmica do cubo?

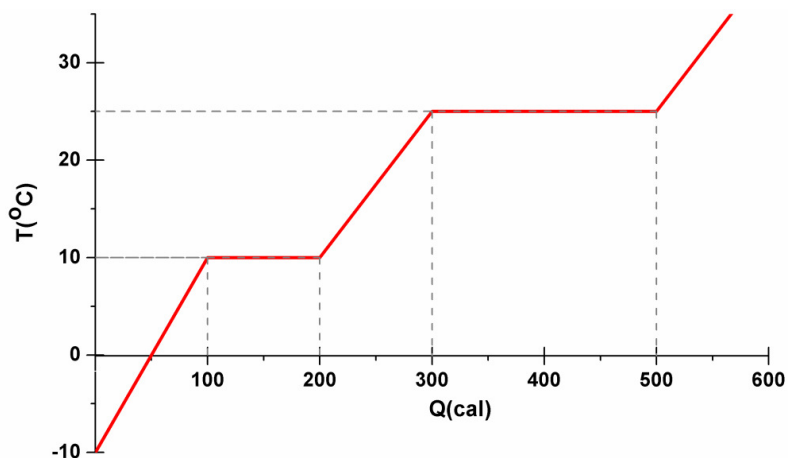
Questão 12.

O teto da residência de uma família em um clima frio deve ter uma resistência térmica R de 30 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$). Para fornecer tal isolamento, qual deveria ser a espessura de um revestimento de a) espuma de poliuretano e b) prata.

Questão 13.

O gráfico da figura abaixo refere-se à transformação de 20g de uma substância que se encontra inicialmente no estado sólido. Com base no gráfico determine:

- as temperaturas de fusão e vaporização dessa substância;
- o estado físico em que se encontra a substância a 0°C , 20°C e a 40°C ;
- o calor específico no estado sólido e no estado líquido.
- qual é o calor latente de fusão?
- qual é o calor latente de vaporização?
- observando a tabela de calor específico qual é o material?

**Questão 14.**

Nos laboratórios de Engenharia de instituições de pesquisa, frequentemente é necessário identificar de que tipo de material um corpo é constituído. Suponha que você precise identificar o material constituinte de um corpo de 12g , que possui temperatura inicial de 20 °C. Para tanto você imerge esse material com 100g de água, inicialmente a temperatura de $29,748$ °C. A temperatura de equilíbrio entre os dois é de 30 °C. Observando a tabela do calor específico, de que material o corpo é constituído?

TABELAS

Material	Densidade (Kg/m^3)
Espuma de poliuretano	50
Chumbo	11340
Alumínio	2700
Potássio	870
Potássio	870

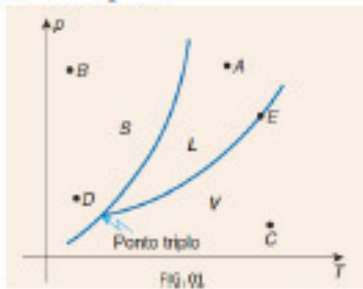
Substância	Calor Específico (cal/g. °C)
água	1,0
álcool	0,58
alumínio	0,22
ar	0,24
carbono	0,12
chumbo	0,031
cobre	0,094
ferro	0,11
gelo	0,5
hélio	1,25
hidrogênio	3,4
latão	0,092
madeira	0,42
mercúrio	0,033
nitrogênio	0,25
ouro	0,032
oxigênio	0,22
prata	0,056
rochas	0,21
vidro	0,16
zinco	0,093

Material	Condutividade térmica [J/s/(m·K)]
Prata	426
Cobre	398
Alumínio	237
Tungstênio	178
Ferro	80,3
Vidro	0,72 - 0,86
Água	0,61
Tijolo	0,4 - 0,8
Madeira (pinho)	0,11 - 0,14
Fibra de vidro	0,046
Espuma de poliestireno	0,033
Ar	0,026
Espuma de poliuretano	0,020
Polipropileno	0,25 ⁽⁴⁾

SUBSTÂNCIA	COEFICIENTE DE DILATAÇÃO LINEAR X 10 ⁻⁵	SUBSTÂNCIA	COEFICIENTE DE DILATAÇÃO LINEAR X 10 ⁻⁵
Aço, ferro	1,2	Magnésio	2,6
Alumínio	2,4	Níquel	1,3
Baquelite	2,9	Ouro	1,4
Bronze, latão	1,8	Parafina a 20° C	20
Chumbo	2,9	Platina	0,9
Cobre	1,7	Porcelana	0,3
Constantana	1,5	Prata	2,4
Ferro gusa	1,0	Quarzo	0,35
Invar	0,15	Tijolo comum	0,6
Látex a 20° C	7,7	Vidro para óptica	0,35 - 0,80
Madeira ⊥ fibras	5,8	Zinco	1,7
Madeira // fibras	0,4		

8.8 Lista 4

1— A figura representa o diagrama de fases para uma substância pura.



a) Em qual fase se encontra a substância nos pontos A, B, C, D e E? b) Qual é o nome da transformação de A para B? E de A para C? c) Mantendo-se a temperatura constante, é possível, a partir de D, liquefazer a substância? Por quê? d) Cite dois métodos para transformar a substância em vapor, a partir do ponto B.

2— Uma criança aperta dois cubinhos de gelo um contra o outro e observa que eles ficam “grudados”. Explique por que isso ocorre?

3— Os líquidos podem transformar-se em vapor por evaporação ou ebulição. Enquanto a evaporação é um fenômeno espontâneo, restrito à superfície do líquido e que pode ocorrer a temperatura e pressão ambientes, a ebulição ocorre em todo o líquido, sob condições de pressão e temperatura determinadas para cada líquido. Mas ambas as transformações, para se efetivarem, exigem o consumo da mesma quantidade de calor por unidade de massa transformada.

a) Quando as roupas são estendidas nos varais, ou a água no piso molhado de um ambiente é puxada pelo rodo, tem-se por objetivo apressar a secagem — transformação da água em vapor — dessas roupas ou do piso. Qual a causa comum que se busca favorecer nesses procedimentos? Justifique.

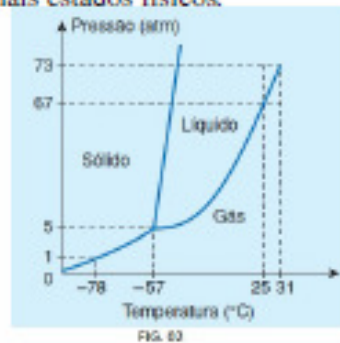
b) Avalia-se que a área da superfície da pele de uma pessoa adulta seja, em média, da ordem de $1,0\text{m}^2$. Suponha que, ao sair de uma piscina, uma pessoa retenha

junto à pele uma camada de água de espessura média $0,50\text{mm}$. Qual a quantidade de calor que essa camada de água consome para evaporar? Que relação tem esse cálculo com a sensação de frio que sentimos quando estamos molhados, mesmo em dias quentes? Justifique. Dados: densidade da água = 1.000kg/m^3 ; Calor latente de vaporização da água = 2.300kJ/kg .

4— Sob pressão normal, o gelo-seco se sublima a $-78,5^\circ\text{C}$, e seu calor latente de sublimação é 142cal/g . Determine a quantidade de calor necessária para sublimar 100g de gelo-seco a $-78,5^\circ\text{C}$.

5— A umidade relativa também pode ser obtida dividindo-se a massa de vapor de água, contida num dado volume de ar, pela massa de vapor de água que esse volume de ar comportaria, na mesma temperatura, se estivesse saturado. Num determinado recinto onde a temperatura ambiente é de 20°C , tem-se $8,5\text{g/m}^3$ de vapor de água presente no ar. Sabe-se que ar saturado a 20°C contém cerca de 17g/m^3 de vapor de água. Qual a umidade relativa do ar no recinto considerado?

6— O diagrama esboçado mostra os estados físicos do CO_2 em diferentes pressões e temperaturas. As curvas são formadas por pontos em que coexistem dois ou mais estados físicos.



Um método de produção do gelo-seco (CO_2 sólido) envolve:

I. compressão isotérmica do CO_2 gasoso, inicialmente a 25°C e 1atm , até passar para o estado líquido;

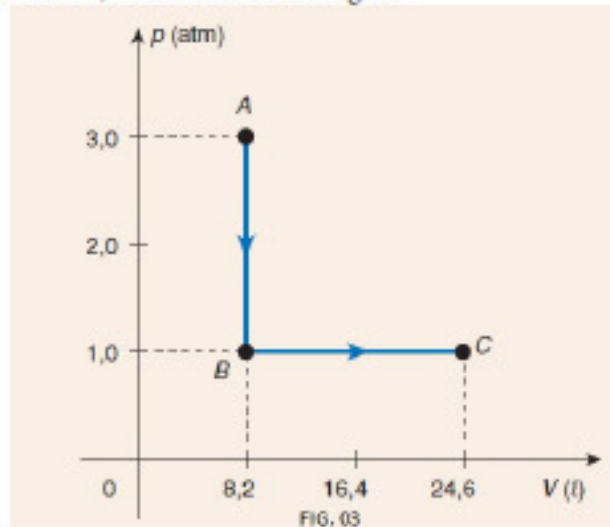
II. rápida decompressão até 1atm , processo no qual ocorre forte abaixamento de temperatura e aparecimento de CO_2 sólido.

Em I, a pressão mínima a que o CO_2 gasoso deve ser submetido para começar a liquefação, a 25°C , é y e, em II, a temperatura deve atingir x . Quais os valores de y e x respectivamente?

7– Os balões meteorológicos são utilizados para coletar dados a grandes altitudes. Supondo que um desses balões, contendo 900l de gás, seja solto de um local onde a pressão seja igual a 760mmHg e a temperatura seja de 30°C , qual será o volume do balão ao atingir uma altura em que a pressão é 200mmHg e a temperatura -35°C ?

8– Um mergulhador que faz manutenção numa plataforma de exploração de petróleo está a uma profundidade de $15,0\text{m}$ quando uma pequena bolha de ar, de volume V_1 , é liberada e sobe até a superfície, onde a pressão é a pressão atmosférica ($1,0\text{atm}$). Para efeito desse problema, considere que a temperatura dentro da bolha permanece constante enquanto esta existir, a pressão aumenta cerca de $1,0\text{atm}$ a cada $10,0\text{m}$ de profundidade; o ar da bolha é um gás ideal e obedece à relação $\frac{p \cdot V}{T} = \text{constante}$ onde p , V e T são, respectivamente, a pressão, o volume e a temperatura do ar dentro da bolha. Na situação apresentada, qual o volume da bolha, quando ela estiver prestes a chegar à superfície?

9– Uma massa gasosa sofre duas transformações, AB e BC , conforme mostra a figura.



A temperatura do gás no ponto A é 300K . a) Classifique as transformações AB e BC . b) Determine as temperaturas do gás nos pontos B e C.

10– Um gás ideal possui um volume de 100 litros e

está a uma temperatura de 27°C e a uma pressão igual a 1atm . Este gás é comprimido a temperatura constante até atingir o volume de 50 litros. a) Calcule a pressão do gás quando atingir o volume de 50 litros. O gás é em seguida aquecido a volume constante até atingir a temperatura de 627°C . b) Calcule a pressão do gás nesta temperatura.

11– Certa massa de gás perfeito sofre uma transformação de maneira que seu volume aumenta de 20% e sua temperatura absoluta diminui de 40% . Terminada essa transformação, qual a pressão do gás em relação a pressão inicial?

12– Um cilindro dotado de um êmbolo contém inicialmente em seu interior 4 litros de gás perfeito, em CNTP. Diminuindo-se a pressão do gás para dois terços da inicial e aumentando-se sua temperatura em 50% , qual o volume do gás em relação ao volume inicial?

13– Um balão com volume de $2,0\text{l}$ contém 16g de oxigênio ($M = 32\text{g}$) sob pressão de $1,5\text{atm}$. Supondo que o oxigênio contido no balão seja um gás perfeito, determine sua temperatura, em graus Celsius (dado: $R = 0,082\text{atm} \cdot \text{l/mol} \cdot \text{K}$).

14– $1,0\text{mol}$ de um gás ideal encontra-se encerrado em um recipiente em que o êmbolo pode se movimentar livremente na vertical. Nas condições da figura, o volume ocupado pelo gás é $16,4\text{l}$ à temperatura de 27°C (dado: $R = 0,082\text{atm} \cdot \text{l/mol} \cdot \text{K}$). Qual é a pressão, em atm, a que o gás está submetido?

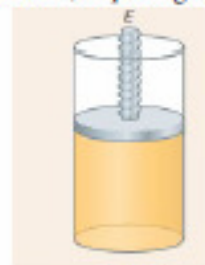
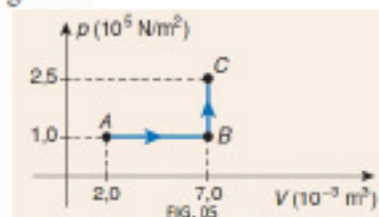


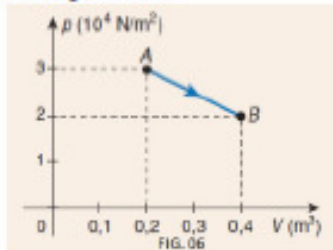
FIG. 04

15– Um gás perfeito é levado de um ponto A para um ponto C passando pelo ponto B, conforme mostra o gráfico.



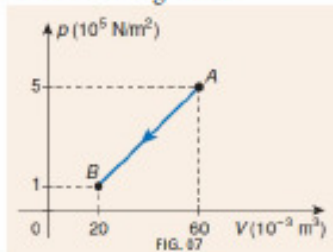
a) Qual é o trabalho realizado pelo gás na transformação AB ? b) Qual é o trabalho realizado pelo gás na transformação BC ?

16– Um gás ideal sofre a transformação AB indicada no gráfico. 9



Determine o trabalho realizado pelo gás nessa transformação.

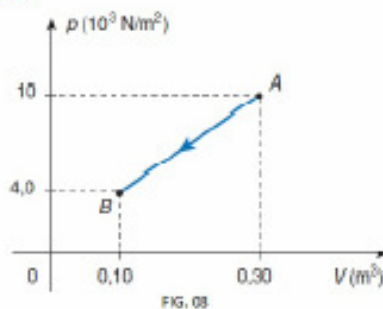
17– A massa de $28g$ de um gás de massa molar $M = 28g/mol$, suposto ideal, sofre a transformação AB indicada no gráfico.



a) Determine as temperaturas T_A e T_B dos estados inicial e final da massa gasosa. b) Calcule o trabalho realizado no processo AB . Dado: $R = 0,082atm \cdot l/mol \cdot K$.

18– $2,0mol$ de um gás ideal e monoatômico sofrem uma transformação, passando do estado A , em que a energia interna é $U_A = 2.400J$, para o estado B , em que a energia interna é $U_B = 600J$. a) A temperatura do gás é maior em A ou em B ? Justifique. b) Qual é a variação de temperatura entre A e B ? Dado: $R = 0,082atm \cdot l/mol \cdot K$.

19– Um gás ideal monoatômico ($n = 0,50mol$) sofre uma transformação termodinâmica AB , conforme a figura.



Seu $R = 0,082atm \cdot l/mol \cdot K$. Determine:

a) as temperaturas do gás, nos estados A e B ; b) a variação de energia interna do gás; c) o trabalho realizado na transformação AB ; d) a quantidade de calor trocada pelo gás nessa transformação.

20– Um gás ideal absorve $50cal$ de energia na forma de calor e expande-se realizando um trabalho de $300J$. Considerando $1cal = 4,2J$, qual a variação de energia interna do gás é, em J ?

8.9 Prova 2

Prova de Física Física II para a Engenharia

Professora: Mara Fernanda Parisoto

Assuntos: gases reais, gases ideais, primeira lei da Termodinâmica e segunda lei da Termodinâmica.

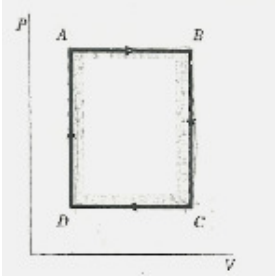
Aluno (a):

NOTA

Observações: As questões 1 á 10 valem 1 ponto cada, a questão 11 vale 3 pontos e poderá ser feita em casa. A prova tem pontuação de 13 pontos, mas a nota máxima será de 10 pontos. Você deverá segurar com você apenas caneta, calculadora, lápis, borracha, lapiseira, corretivo, apontador. **Ótima prova.**

1. Na figura abaixo, a mudança na energia interna de um gás que é levado do estado A para o estado C é 800J. O trabalho realizado ao longo do caminho ABC é 500 J.

- Quanto calor deve ser adicionado ao longo do caminho ABC?
- Caso a pressão no estado A seja 5 vezes maior do que em C, qual é o trabalho realizado pelo sistema no caminho CD?
- Qual a quantidade de calor trocado com o ambiente na transição CA ao longo do caminho CDA?
- Caso a mudança da energia interna na transição DA seja 500J, quanto calor deve ser adicionado ao sistema no caminho CD?
- Classifique as transformações Termodinâmicas AB, BC, CD, DA.



2. Use seus conhecimentos sobre o ciclo de Carnot, processos termodinâmicos, a primeira e a segunda lei da Termodinâmica, a lei dos gases reais e ideais, para explicar os processos envolvidos no funcionamento do motor a quatro tempos aprendidos em aula.

3. “O interior de um vagão-tanque foi lavado com vapor d’água, por uma equipe de limpeza, ao entardecer. Como o serviço não havia terminado, no final da jornada de trabalho eles fecharam o vagão hermeticamente e assim o deixaram durante a noite. Quando retornaram na manhã seguinte, descobriram que alguma coisa havia esmagado o vagão, apesar de suas paredes de aço extremamente resistentes, como se alguma criatura gigantesca de um filme de ficção científica tivesse pisado sobre o vagão” (Halliday, Resnick e Walker, 2001). Explique como o vagão-tanque foi esmagado durante a noite? Use as relações entre pressão, trabalho, volume e temperatura mostrando as diferenças se for considerado os gases reais e ideais.

4. Um mol de hidrogênio, considerado um gás perfeito, exerce uma pressão de $5,05 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ a temperatura de 0°C . a) Determine o volume ocupado pelo gás e b) o volume que o gás ocuparia se sua temperatura fosse de 127°C . A constante universal dos gases é $R=0,082 \text{ atm.l/mol.K}$. Obs.: **Cuidado com as unidades de medidas.**

5. a) Responda a questão 4a e 4b se o gás for considerado real; b) quais variáveis não são consideradas nos gases ideais? c) para este caso, quanto é o erro se usarmos a equação dos gases ideais ao invés dos reais?

gas	a	b
He	0.034	0.0237
Ne	0.211	0.0171
Ar	1.340	0.0322
Kr	2.320	0.0398
Xe	4.190	0.0266
H ₂	0.244	0.0266
N ₂	1.390	0.0391
O ₂	1.360	0.0318

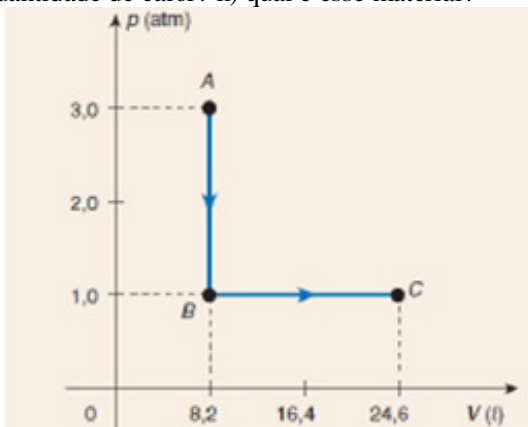
gas	a	b
CO ₂	3.59	0.0427
CH ₄	2.25	0.0428
CCl ₄	20.4	0.138
NH ₃	4.17	0.0371
H ₂ O	5.46	0.0305

6. a) A partir da equação de estado de um gás ideal e considerando as idealizações feitas, chegue a equação de Van der

Walls ($\left[P + a \left(\frac{n}{V} \right)^2 \right] (V - nb) = nRT$); b) ao que estão relacionadas as constantes a e b da equação de Van der Walls?

7. Um gás ideal possui um volume de 100 litros e está a uma temperatura de 27°C e a uma pressão igual a 1 atm. Este gás é comprimido a temperatura constante de 27°C e a pressão de 1 atm. Esse gás é comprimido a temperatura constante até atingir o volume de 50 litros. a) Calcule a pressão do gás quanto atingir o volume de 50 litros. b) O gás é em seguida aquecido, a volume constante, até atingir a temperatura de 627 °C, calcule a pressão do gás nesta temperatura.

8. Um gás monoatômico sofre duas transformações, AB e BC, conforme mostra a figura. Essa amostra de gás possui 20g deste material e massa molar de 4 g/mol. A temperatura no gás no ponto A é de 300K. a) classifique as transformações AB e BC; b) determine as temperaturas do gás nos pontos B e C; c) em qual ponto a energia interna é maior? Justifique conceitualmente e matematicamente; d) qual a capacidade calorífica do gás no caminho AB? e) qual a capacidade calorífica do gás no caminho BC? f) Qual o trabalho no caminho AB? g) Qual o trabalho no caminho BC? Justifique matematicamente; h) Qual o trabalho total? i) Uma quantidade de calor foi retirada ou colocada no gás? j) quanto foi esta quantidade de calor? k) qual é esse material?



Material	Massa molar
Sódio	22 g/mol
Bário	137 g/mol
Hidrogênio	1 g/mol
Hélio	4 g/mol

9. Utilize seus conhecimentos sobre a primeira e a segunda lei da Termodinâmica, ciclo de Carnot, convecção e condução para explicar o funcionamento de: a) um refrigerador (represente-o com um desenho); b) uma caldeira, represente-o com um desenho; c) como potencializar o rendimento de um refrigerador e de uma caldeira? Apresente, pelo menos, três argumentos usando Termodinâmica.

10.a) Quais são os dois enunciados da segunda lei da Termodinâmica? b) se um refrigerador absorve 5kJ de um reservatório frio e rejeita 8kJ, qual é o rendimento desse refrigerador? c) o refrigerador é reversível e pode operar como uma máquina térmica, qual é sua eficiência? d) suponha que em um refrigerador haja uma massa de gás de 100g que possui um calor latente de fusão de 11,3J/g, este gás evapora a temperatura de -39°C, qual é o aumento de entropia nesse gás nesta parte do ciclo de Carnot? e) se essa máquina térmica recebe vapor de água aquecido a

270°C e descarrega vapor condensado a 50°C. A eficiência é 30% e 200kW é a potência útil na máquina. Qual é a quantidade de calor que a máquina descarrega na sua vizinhança em uma hora?

11.(3 pontos)-Atividade extra. A avaliação da atividade está condicionada a entrega de I e II.

I. Faça uma pergunta sobre:a) os gases reais; b) os gases ideais; c) a primeira lei da Termodinâmica e d) a segunda lei da Termodinâmica. Não precisa respondê-las.

II. **Faça um mapa conceitual com os seguintes conceitos:** calor, equilíbrio térmico, temperatura, escalas termométricas, Kelvin, Celsius, Fahrenheit, dilatação linear, dilatação superficial, dilatação volumétrica, capacidade térmica, quantidade de calor, calor específico, massa, quantidade de calor sensível, quantidade de calor latente, convecção, irradiação, condução, pressão, volume, massa molar, massa, número de mols, número de avogadro, constantes de Van der Waals, capacidade calorífica, energia interna, rotação, translação, energia de ligação, força, área, graus de liberdade, trabalho, entropia, rendimento, moléculas, gases, átomos, constante dos gases reais, raio atômico, ponto triplo, ponto crítico, umidade relativa do ar, sólido, líquido, gás, refrigerador, máquina térmica, frio, quente, ciclo de Carnot, adiabático, isovolumétrico, isotérmico, isobárico.

O que será avaliado dessa atividade: uso de todos os conceitos, palavras de ligação que fazem sentido entre os conceitos, se há hierarquia, se há ligação entre os conceitos, se as ligações indicam Aprendizagem Significativa. Não usem frases, equações, usem apenas conceitos.

Para fazer tal mapa use o programa Cmaptools, que encontra-se no site: <http://cmap.ihmc.us/download/>

Data envio: até dia 11/11/2012 via e-mail.

8.10 Análise dos métodos e/ou das estratégias de ensino

UNIVERSIDADE SANTA CRUZ DO SUL

Semestre: 2012/2

Data:

Caro (a) aluno:

Peço que responda com sinceridade as questões abaixo, pois assim estará contribuindo com a qualificação do meu trabalho. Quando responder que “não” ou “às vezes” peço que justifique, na quinta coluna, de forma mais detalhada e específica possível, caso queira justificar quando assinalar “sim” não há problema. Use o verso da folha se necessário. Não é necessário se identificar. MUITO OBRIGADA.

I- Quanto ao tipo de atividade desenvolvida:

	Sim	Não	Às vezes	Justificativa
1. Foi agradável, ao longo da disciplina?				
2. Oportunizou que você entendesse bem o conteúdo?				
3. Foi detalhada com clareza?				

II- Qual sua opinião sobre a(s) estratégia(s) utilizada(s) na aula? Segundo você, ela(s) auxilia(ram) no seu aprendizado? Faça críticas ou comentários referentes à(s) estratégia(s) utilizada(s).

III- Acrescente suas sugestões ou críticas visando a melhoria do ensino desse conteúdo da Física. Use livremente o espaço abaixo.

8.11 Pré-teste e pós-teste

IRRADIAÇÃO, CONDUÇÃO E CONVECÇÃO

Atenção: Não é necessário identificação.

Assinale apenas uma alternativa para cada questão, observando a seguinte escala:

NS = Não sei; C = Concordo; D = Discordo

Justifique todas as suas respostas, isto pode ser feito no verso.

	NS	C	D	Justificativa
Convecção				
Conhecimento Conceitual				
1. O calor sobe.				
2. O frio desce.				
3. O ar quente é mais leve que o ar frio.				
4. O ar quente que está em cima desce e o ar frio sobe.				
Conhecimento de Aplicação da Ciência				
5. A frase a seguir está correta? Para refrigerar uma casa colocaria o ar condicionado em um lugar alto, para que o ar frio que é mais denso que o ar quente descesse até as camadas mais baixas.				
6. A frase a seguir está correta? Para aquecer uma casa o aquecedor deve ser colocado em um lugar mais baixo, pois o ar quente é menos denso que o ar frio então, subiria até as camadas mais altas.				
Radiação				
Conhecimento Conceitual				
7. A radiação é transmitida de molécula para molécula.				
8. A radiação não precisa de um meio material para se propagar.				
Conhecimento Procedimental				
9. Sabendo que a potência absorvida por uma parede pode ser calculada por: $P_{abs} = A\epsilon T$, a unidade de medida da emissividade é W/(m ² .K).				
10. Sabendo que a emissividade do alumínio polido é de 0,05 __, a área externa de uma residência é de 75,2 m ² e a temperatura externa, em um determinado momento, é de 307 K. A potência absorvida pelo alumínio será de 1154W.				
Conhecimento de Aplicação da Ciência				
11. Para melhorar o conforto térmico dentro de construções, localizadas na latitude equatorial, o ideal é pintar as construções com cores claras.				
12. Cores claras refletem a luz solar.				
13. No Rio Grande do Sul, do ponto de vista do conforto térmico, o melhor é pintar as construções com cores escuras.				
14. Para derreter mais rapidamente o gelo, deve-se aumentar a incidência de radiação solar nele.				
15. Para derreter mais rapidamente o gelo, deve-se aumentar a sua absorção de radiação solar.				
16. Para o gelo aumentar a absorção de radiação eletromagnética pode-se envolvê-lo com papel alumínio.				
17. Espelhos podem ser utilizados para aumentar a incidência de radiação solar em uma substância.				
18. Um aumento de incidência da radiação solar em				

	NS	C	D	Justificativa
uma substância faz com que ela sempre mude de fase.				
19. Para aumentar a incidência da radiação sobre uma substância pode-se utilizar sistemas refratores.				
20. Lâmpadas incandescentes com água, em seu interior, podem ser usadas para aumentar a incidência da radiação solar.				
Condução				
Conhecimento Conceitual				
21. Paredes compostas são formadas por dois tipos de materiais diferentes.				
22. Paredes compostas são mais espessas que paredes simples.				
23. Nas paredes compostas há menos fluxo de energia térmica entre as paredes do que nas paredes simples.				
Conhecimento Procedimental				
24. A unidade de medida para o fluxo térmico é W.				
25. A unidade de medida para o fluxo térmico é cal/s.				
26. Se, através de cálculo, você demonstra que o fluxo de energia térmica através das paredes é de 400 __ substituindo o climatizador que utiliza 600 __ por outro de 400 __, você terá uma economia de 20%.				
27. A divisão do fluxo térmico pelo tempo fornece o valor da quantidade de calor transmitida.				
28. A unidade de medida da condutividade térmica pode ser (Kg.m)/(K.s³).				
29. Suponha que sua casa tenha uma área externa de 75 m². Suas paredes são constituídas por lã de rocha, cujo coeficiente de condutividade é de 0,04 __ e que a temperatura externa seja de 34 °C e a interna seja de 24°C. Suponha que a espessura da parede seja de 0,05m. O fluxo de energia térmica entre a parede externa e interna é de 600 __.				
30. Um W é equivalente a 0,860Kcal/h				
Conhecimento de Aplicação da Ciência				
31. Quanto maior a condutividade térmica dos materiais constituintes de uma construção, melhor será o conforto térmico.				
32. Quanto menor o calor específico dos materiais constituintes de uma construção, melhor será o conforto térmico.				
33. Em relação ao conforto térmico, o ideal seria colocar areia entre duas paredes.				
34. Quanto maior a capacidade térmica dos materiais constituintes de uma construção, melhor será o conforto térmico.				
35. Para diminuir o fluxo de energia térmica poderiam ser construídas paredes compostas, colocando entre elas uma camada de polipropileno.				
36. Para o gelo evaporar mais rapidamente pode-se aproximá-lo de um condutor térmico.				
37. A utilização de condutores aumenta o conforto térmico das pessoas.				
Convecção, radiação e condução				
Conhecimento Conceitual				

	NS	C	D	Justificativa
38. Não há como evitar a troca de energia térmica entre dois corpos com temperaturas diferentes.				
39. A energia térmica é transmitida do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura.				
40. A frase a seguir está correta: “o calor é transmitido entre corpos que possuem temperaturas diferentes”.				
41. O calor é o processo de troca de energia térmica.				
42. Sempre que um corpo recebe energia térmica sua temperatura aumenta.				
43. Sempre que um corpo perde energia térmica sua temperatura diminui.				
Conhecimento de aplicação na ciência				
44. Para aumentar o conforto térmico das pessoas pode-se utilizar isolantes térmicos, tais como: pneu moído, telhados verdes, plantio de trepadeiras e árvores.				
45. Possuir uma fonte de água próxima à casa auxilia no conforto térmico, devido ao elevado calor específico da água se comparado aos outros materiais.				
46. Quanto maior é o calor específico de um material, menor é a variação de temperatura deste.				
47. O climatizador deve ser colocado próximo aos materiais (que não possuam ligação com o meio exterior) que conduzem melhor a energia térmica.				
48. O climatizador deve ser colocado em ambientes que tenham as paredes menos condutoras.				
49. A posição solar influencia no conforto térmico.				
50. A posição solar influencia no fluxo de energia térmica.				

Convecção, radiação e condução

Conhecimento conceitual, procedimental e de aplicação na ciência

1. Com base na irradiação, convecção e condução: a) como você projetaria uma casa para que no verão não seja necessário resfriá-la e no inverno não seja necessário usar aquecedor? Justifique conceitualmente e matematicamente (atribua valores). Use pelo menos três ideias; b) para esta finalidade, seria melhor usar madeira ou tijolo? Ver tabela da condutividade térmica; c) quais as diferenças entre as paredes simples e paredes compostas?

2. Explique, a partir da irradiação, convecção e condução o funcionamento: a) da garrafa térmica, b) da poluição das cidades, c) do climatizador e aquecedor; d) da brisa marinha.

Condução

Conhecimento conceitual, procedimental e de aplicação na ciência

3. Suponha que a planta baixa de sua residência possua as seguintes dimensões (7x8) m². Tal casa possui paredes triplas, contendo, em seu exterior, uma placa pré-moldada de concreto leve ($d=1700 \text{ Kg/m}^3$, $k=0,8 \text{ W/mK}$ e $l=0,05 \text{ m}$). A parede central é formada por espuma de poliuretano ($d=30 \text{ Kg/m}^3$, $k=0,02 \text{ W/mK}$, $l=0,05 \text{ m}$). O revestimento interno é de concreto de isolamento, utilizado comumente na construção civil ($d=400 \text{ Kg/m}^3$, $k=0,12 \text{ W/mK}$, $l=0,03 \text{ m}$). Espera-se uma temperatura interna de 24 °C enquanto a temperatura externa média é de 34°C. Suponha que o climatizador fique ligado oito horas por dia. Você usa um ar condicionado de 18000 BTU's. a) Este valor é uma boa escolha? b) E se a parede fosse formada apenas por uma placa pré-moldada de concreto leve, com a

mesma largura da parede da residência anterior, o valor de 18000 BTU's seria uma boa escolha? Justifique as respostas apresentando argumentos físicos e matemáticos.

Caso queira justificar alguma resposta, utilize o espaço abaixo.

Agradecemos sua atenção e disponibilidade em responder o questionário. Essas informações são fundamentais para a nossa pesquisa.

Material	Condutividade térmica [J/s/(m·K)]
Prata	426
Cobre	398
Alumínio	237
Tungstênio	178
Ferro	80,3
Vidro	0,72 - 0,86
Água	0,61
Tijolo	0,4 - 0,8
Madeira (pinho)	0,11 - 0,14
Fibra de vidro	0,046
Espuma de poliestireno	0,033
Ar	0,026
Espuma de poliuretano	0,020
Polipropileno	0,25 ^[4]

Potência

	Btu/h	ft · lb/s	hp	cal/s	kW	WATT
1 unidade térmica britânica por hora = 1	0,2161		$3,929 \times 10^{-4}$	$6,998 \times 10^{-2}$	$2,930 \times 10^{-4}$	0,2930
1 pé · libra por segundo = 4,628	1		$1,818 \times 10^{-3}$	0,3239	$1,356 \times 10^{-3}$	1,356
1 cavalo-vapor = 2545	550		1	178,1	0,7457	745,7
1 caloria por segundo = 14,29	3,088		$5,615 \times 10^{-3}$	1	$4,186 \times 10^{-3}$	4,186
1 quilowatt = 3413	737,6		1,341	238,9	1	1000
1 WATT = 3,413	0,7376		$1,341 \times 10^{-3}$	0,2389	0,001	1

8.12 Atividades de pesquisa desenvolvidas no doutorado

Artigos/livro publicados relativos a tese.

Parisoto, M. F., Moreira, M. A., & Dröse, B. (2014). Integrating Didactical Strategies to Facilitate Meaningful Learning in Introductory College Physics. *Latin American Journal Physics Education*, 8(4), 4402-4408.

Parisoto, M. F., & Kilian, A. S. (2015). Resignificação do ensino para a formação de novos engenheiros: das estratégias ativas de aprendizagem ao mundo contemporâneo. *Capítulo de livro*. Cobenge: São Paulo.

Artigos publicados não relativos a tese.

Parisoto, M. F., & Hilger, T. R. (2015). Investigação da Aprendizagem de Conceitos de Óptica utilizando ilusões para turmas de pré-vestibular. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 6(1), 1-39.

Parisoto, M. F., Pinheiro, L. A., Moro, J. T. (2014). Literature review (2000 to 2012) on Physics applied to Medicine in the context of teaching. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 12(1), 1-19.

Parisoto, M. F., Moreira, M. A., & Moro, J. T. (2013). Teoremas-em-ação e conceitos-em-ação na Física aplicada na Medicina. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 6(1), 15-29.

Parisoto, M. F., Moreira, M. A., & Moro, J. T. (2012). Subsunoçores para a Física aplicada à Medicina, no contexto do ensino de Física. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 5(1), 43-62.

Parisoto, M. F., Moreira, M. A., & Moro, J. T. (2011). *Feedbacks* in the importance of physical science in medicine. *Revista Brasileira de Física Médica*, 5(1), 338-338.

Parisoto, M. F., & Hilger, T. R. (2011). Ilusões de óptica: contraste. *A Física na Escola*, 12(1), 15-24.

Artigos aceitos e apresentados em eventos relativos a tese.

Parisoto, M. F., & Moreira, M. A. (2014). Integrating Didactical Strategies to Facilitate Meaningful Learning in Introductory College Physics: continuation. In: *International Commission on Physics Education*.

Parisoto, M. F., & Moreira, M. A.(2013a).Integrating Didactical Strategies to Facilitate Meaningful Learning in Introductory College Physics. In: *International Conference on Physics Education*.

Parisoto, M. F., &Moreira, M. A.(2013b).Ensino de Física a partir de situações da Engenharia. In: *XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*.

Artigos aceitos e apresentados em eventos não relativos a tese.

Oliveira, M. H. A, Parisoto, M. F.,&Fischer, R.(2014). Project based learning for teacher formation in Brazil s state with the lowest literacy rate. In: *International Commission on Physics Education*.

Parisoto, M. F., Poletto, F. S., Borges, J. H. M., & Bernardi, F.(2014). Projeto Laboratórios Abertos, *XV Salão de extensão*.

Parisoto, M. F., Moreira, M. A, &Moro, J. T. (2012). Teaching Concepts Electromagnetism, Optical, Waves and Physical Modern and Contemporary by Situations in Medicine. In: *The World Conference on Physics Education*.

Parisoto, M. F., Moreira, M. A., &Moro, J. T.(2011). O Ensino de Física a partir do estudo da ultrassonografia, da produção e interação da radiação com o corpo humano: uma abordagem contextualizada. In: *IV Encontro Estadual Ensino de Física*.

Artigos submetidos a parecer.

Na Tabela 21 há a relação dos artigos que foram submetidos a parecer, bem como o periódico, os autores e a data de submissão.

Tabela 21: artigos submetidos a parecer.

Revista	Título do artigo	Autores	Data de submissão
Alexandria	Método de Projetos no contexto educativo: uma revisão da literatura recente (2000 - 2013).	Mara Fernanda Parisoto, Marco Antonio Moreira, Marcos Henrique Abreu de Oliveira e Robert Fischer.	23/11/2014
Física na Escola	O ensino de conceitos do Eletromagnetismo, Óptica, Ondas e Física Moderna e Contemporânea através de situações que envolvem equipamentos tecnológicos da	Mara Fernanda Parisoto, Marco Antonio Moreira, José Tullio Moro.	02/03/2014

Revista	Título do artigo	Autores	Data de submissão
	Medicina.		
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	Utilização de mapas conceituais para buscar indícios de Aprendizagem Significativa na Física aplicada à Medicina.	Mara Fernanda Parisoto, Marco Antonio Moreira, José Tullio Moro e Alex Sandre Kilian.	25/10/2014
Revista Experiências em Ensino de Ciências	Aprendizagem por Projetos: Relação Dialética entre Teoria e Prática na Formação de Professores.	Mara Fernanda Parisoto, Marcos Henrique Abreu de Oliveira e Robert Fischer.	14/02/2014
Latin-American Journal of Physics Education	Project-Based Learning applied in pre-service teacher education.	Marcos Henrique Abreu de Oliveira, Robert Fischer e Mara Fernanda Parisoto.	01/08/2014
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia.	Efeito da aprendizagem baseada no Método de Projetos e na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa na retenção do conhecimento: uma análise quantitativa.	Mara Fernanda Parisoto Marco Antonio Moreira e Alex Sandre Kilian.	10/10/2014
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	The use of data triangulation as a resource to find a better strategy to teach concepts of physics applied to medicine.	Mara Fernanda Parisoto, José Tullio Moro, Alex Sandre Kilian.	01/08/2014

Artigos/livro em fase de desenvolvimento.

Na Tabela 22 há a relação dos artigos que estão em fase de desenvolvimento, bem como os autores envolvidos.

Tabela 22: artigos/livro em fase de desenvolvimento.

Artigo/livro	Autores
Observação no laboratório de supercondutividade e magnetismo: aspectos teóricos, metodológicos e epistemológicos.	Maria Cecilia Pereira Santarosa e Mara Fernanda Parisoto.
Laboratórios Abertos.	Mara Fernanda Parisoto, Fabiano Bernardi, Fernanda Poletto e Alex Sandre Kilian.
Project method in the educational background: a review of recent literature (2000 - 2015)	Mara Fernanda Parisoto, Marco Antonio Moreira, Marcos

Artigo/livro	Autores
	Henrique Abreu de Oliveira e Robert Fischer.
Efeito da aprendizagem baseada no Método de Projetos e na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para a ocorrência da aprendizagem significativa: triangulação de dados.	Mara Fernanda Parisoto, Marco Antonio Moreira e Marcos Henrique Abreu de Oliveira.
Proposta de integração das Metodologias Sala de Aula Invertida, Instrução pelos Pares, Método de Projetos, Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, visando o desenvolvimento dos conhecimentos declarativos, procedimentais e de aplicação da ciência de acordo com a Taxonomia Revisada de Bloom.	Mara Fernanda Parisoto e Maykon Müller.
Estudo sobre fluxo térmico entre paredes duplas utilizando reaproveitamento de materiais: borracha e casca de arroz.	Andre Juliano Boetter, Everton Guilherme Sabin e Mara Fernanda Parisoto.
Teoria dos Campos Conceituais como referencial teórico para organizar o ensino e analisar a aprendizagem em Física.	Glaucio Pantoja, Mara Fernanda Parisoto e Iramaia Paulo.
Estruturação curricular por meio de mapas conceituais: proposta de um curso de licenciatura em física.	Danielle Nicolodelli Tenfen, Aline Biscaino e Mara Fernanda Parisoto.
Abordagem Temática: utilização da metodologia de projetos para formação de licenciandos em Matemática.	Mara Fernanda Parisoto, Robert Fischer e Marcos Henrique Abreu de Oliveira.
Diferenciação entre metodologias análogas relacionadas à Metodologia de Projetos.	Mara Fernanda Parisoto e Jefferson Barp
Livro: Ensino de Física a partir de situações da Engenharia.	Mara Fernanda Parisoto e Jefferson Barp.
Interação da radiação com a matéria no contexto educativo: uma revisão da literatura recente (2000 - 2013).	Claudio Rejane da Silva Dantas e Mara Fernanda Parisoto.

9.ANEXO

9.1 Anexo 1: lista

<http://www.if.ufrgs.br/fis183/listas.html>

9.2 Anexo 2: projeto dos alunos 37 e 45



UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL

CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



CIDADE PLANEJADA AUTO-SUSTENTÁVEL

Santa Cruz do Sul

2012

5,0
ÓTIMO Trabalho

Roteiro
5,0



CIDADE PLANEJADA AUTO-SUSTENTÁVEL

Projeto apresentado ao Curso de Engenharia de Produção
da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC.

Orientador(a): Profª Mara Fernanda Parisoto

Santa Cruz do Sul

2012

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Residências	8
Figura 2 - Ciclovia e postes <i>led</i>	8
Figura 3 - Coberturas verdes	9
Figura 4 - Unidade de saúde	10
Figura 5 - Escolas de Capacitação	10
Figura 6 - Cooperativas	11
Figura 7 - Posto policial	11
Figura 8 - Cultura, laser e esporte	12
Figura 9 - Eco pousadas	13
Figura 10 - Rodoviária	13
Figura 11 - Reciclagem	14
Figura 12 - Central de tratamento	14
Figura 13 - Estação de tratamento	15
Figura 14 - Aterro	16
Figura 15 - Agro floresta	17
Figura 16 - Energia	18
Figura 17- Barragem	19
Figura 18 - Piscicultura	20
Figura 19 - Área da cidade	20
Figura 20 - Permeabilização	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	OBJETIVO	6
2.1	Objetivo geral	6
3	PROCEDIMENTOS	7
3.1	Técnicas utilizadas na construção sustentáveis	7
3.1.1	Área residencial para eco casas	8
3.1.2	Ciclovia e postes <i>led</i> com captação de energia solar	8
3.1.3	Coberturas verdes	9
3.1.4	Unidade de saúde	9
3.1.5	Escolas de capacitação para cooperados	10
3.1.6	Cooperativas	11
3.1.7	Posto policial	11
3.1.8	Área de cultura, laser e esportes	12
3.1.9	Eco pousadas para turismo ecológico	12
3.1.10	Terminal rodoviário e de veículos pesados	13
3.1.11	Usina de compostagem e reciclagem de lixo	13
3.1.12	Tratamento de água e óleo de cozinha	14
3.1.13	Estação de tratamento de esgoto com biodigestor	15
3.1.14	Aterro sanitário	16
3.1.15	Agro floresta	16
3.1.16	Transmissão de energia eco eficiente	17
3.1.17	Transmissão de sinais para telecomunicações e captação de energia solar e energia eólica	17
3.1.18	Barragem para aproveitamento de águas superficiais	19
3.1.19	Aquicultura com piscicultura	19
3.1.20	Permeabilização do solo	21
3.1.21	Ar condicionado “ecológico”	21
3.2	Materiais usados em construções sustentáveis	21
3.2.1	Fibras vegetais	22
3.2.2	Óleos vegetais	23
3.2.3	Solo cimento	23

3.2.4	Concreto reciclado	23
3.2.5	Adobe	24
3.2.6	Tintas naturais	24
3.2.7	Lâmpadas de alta eficiência energética	24
4	VANTAGENS DE UM PROJETO SUSTENTÁVEL	26
5	INVESTIMENTO EM CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL É RENTÁVEL?	27
5.1	Procedimentos experimentais	27
6	RESULTADOS	30
7	CRONOGRAMA DE TRABALHO	33
8	CONCLUSÃO	34
9	AUTO-AVALIAÇÃO INDIVIDUAL	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Visando o bem estar social com moradias, ensino, trabalho, e renda dignas, este projeto auto-sustentável vem agregar valores com Respeito a natureza e sua Biodiversidade para conservar e recuperar o *habitat* natural, combater o desmatamento e manter os rios, além da aplicação da biotecnologia. Sempre levando em conta o conforto da população deste projeto auto-sustentável e observando a aplicação da termometria.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Incentivar o desenvolvimento de soluções civil social e ambiental, visando o conforto térmico, o desenvolvimento de soluções inovadoras e eficientes na construção das cidades auto-sustentáveis, com o uso racional da energia elétrica e o menor impacto ambiental, sendo assim, planejar e construir com qualidade socioambiental para enfrentar o *déficit* de moradias levando em conta as considerações térmicas.

3 PROCEDIMENTOS

O que vamos fazer:

Devemos construir esta cidade como novo paradigma habitacional socialmente justo, ecologicamente correto e economicamente viável conforme o clima e a cultura local do Pará.

3.1 Técnicas utilizadas na construção sustentáveis

As construções sustentáveis não devem ser pensadas como modelos prontos, mas como um novo sistema para se repensar as construções em um contexto mais amplo, interdisciplinar, sistêmico, que protejam o meio ambiente, intervindo de forma sustentável, deixando às futuras gerações os mesmos recursos que dispomos hoje e, por vezes, recuperando o que já foi perdido.

Já são presenciados racionamentos de água e luz, sabemos que são fatos isolados a determinadas épocas do ano, mas tendem a serem mais comuns se continuarmos consumindo ferozmente e sem necessidades alguns dos recursos naturais do planeta.

Como dito anteriormente, uma construção sustentável prevê algumas diretrizes para a cidade se tornar auto-suficiente. Quanto mais uma cidade puder prover sua própria energia, água e tratar seus resíduos estarão contribuindo para um contexto de menos desperdício e racionalidade.

Assim algumas técnicas aliadas a novas tecnologias podem ajudar a preencher alguns requisitos de uma arquitetura mais sustentável.

Serão analisados vários fatores:

- Área Residencial para as casas:

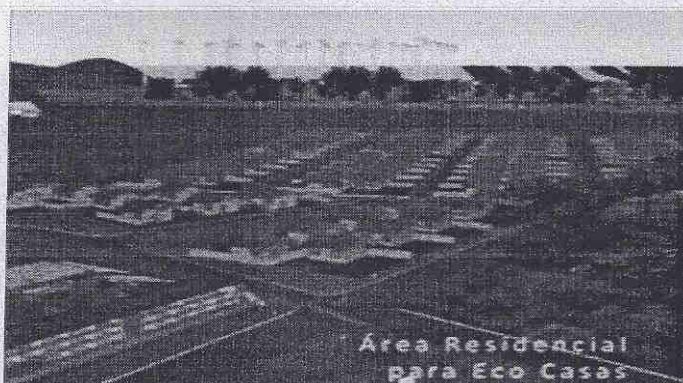
Transitarão nas áreas internas somente transportes não poluentes, com prioridade para ciclovias e sempre as energias limpa, inclusive nas iluminações das suas ruas.

Cada eco Casa com terrenos suficientes para plantar e manter seus próprios jardins hortas e fruteiras orgânicas. Para que seja auto-sustentável e financeiramente viável.

Construção com materiais ecológicos gerando o mínimo de entulhos e resíduos. Aplicar o reuso da água e captação da água da chuva, além da energia eco eficiente, alterações nas eco edificações, vão ter que obedecer regulamentos internos e dos conselhos CREA e CAU aos quais só serão executados pela cooperativa local.

3.1.1 Área residencial para eco casas

Figura 1 - Residências



Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/ECovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

3.1.2 Ciclovía e postes led com captação de energia solar

Figura 2 - Ciclovía e postes led



Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/ECovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

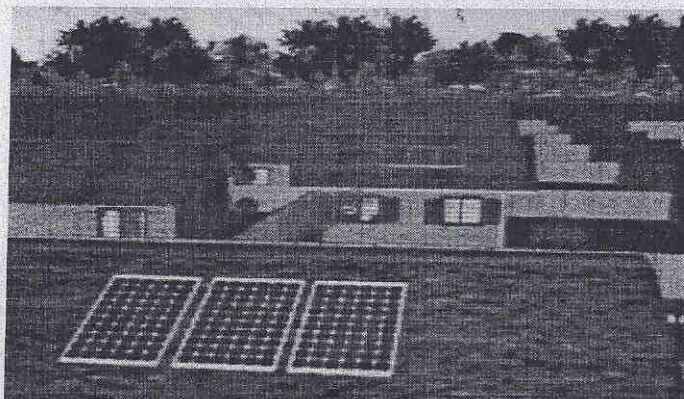
3.1.3 Coberturas verdes

As áreas vegetadas são muito benéficas para as construções e para as pessoas que convivem nelas. Um teto verde é uma excelente forma de se proteger acústica e termicamente uma cobertura. Além disso, esta técnica faz com que a poeira em suspensão no ar seja retida e acabam filtrando a mesma.

As coberturas ainda ajudam a filtrar a água que vem da chuva, auxiliando no reuso desta.

Importante ressaltar que como todas as áreas verdes, uma cobertura desse tipo demanda manutenção adequada, pois, por se tratar de um organismo vivo, esta vegetação cresce e produz um excesso de folhas mortas que por vezes entopem ralos, podem subir nas paredes ou entrar em frestas de janelas e portas.

Figura 3 - Coberturas verdes



Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/EcovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

3.1.4 Unidade de saúde

Educar e capacitar os cooperados, com o efeito do cooperativismo. Com um sistema de economia solidaria para enfrentar problemas sociais dos obstáculos econômicos.

Figura 4 - Unidade de saúde

Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/EcovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

3.1.5 Escolas de capacitação para cooperados

Educar e capacitar os cooperados, com o efeito do cooperativismo. Com um sistema de economia solidária para enfrentar problemas sociais dos obstáculos econômicos.

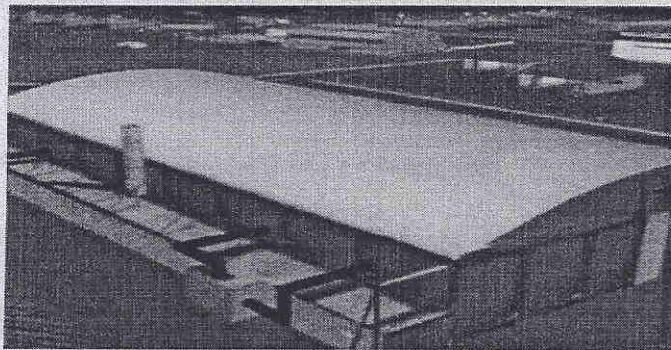
Figura 5 - Escolas de Capacitação

Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/EcovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

3.1.6 Cooperativas

Visando o bem estar social com moradias, ensino trabalho, e rendas dignas e interligados a cooperativas verdes locais através das vocações regionais.

Figura 6 - Cooperativas



Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/EcovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

3.1.7 Posto policial

Considerando sempre a liberdade dos seus selecionados habitantes e com um tamanho ótimo da população para maximizar a eficácia e a segurança.

Figura 7 - Posto policial



Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/EcovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

3.1.8 Área de cultura, lazer e esportes

Para melhor a qualidade, estes lotes poderão estar entremeáveis de alvares arbustos e jardins comunitários. Tentando quebrar ao máximo a linearidade.

Outro aspecto interessante é que, com menos áreas verdes permeáveis, a temperatura dos grandes centros urbanos tende a ser maior. Árvores, jardins e gramados, além de serem ótimos visualmente, são barreiras naturais para as intempéries, filtram o ar e retêm a poeira.

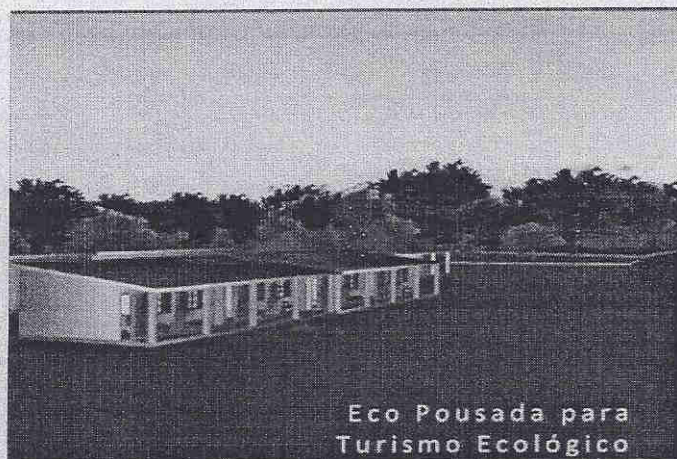
Figura 8 - Cultura, lazer e esporte



Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/EcovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

3.1.9 Eco pousadas para turismo ecológico

Eco turismo equilibrado promovendo o patrimônio natural local e sua conservação, com consciência ambientalista que potencialize o bem estar das comunidades envolvidas, além de gerar mais receita para as cooperativas verdes.

Figura 9 - Eco pousadas

Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/EcovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

3.1.10 Terminal rodoviário e de veículos pesados

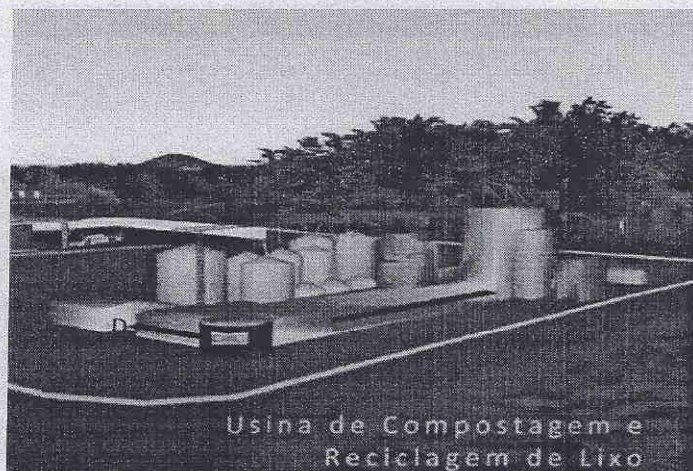
Nas ruas internas das eco vilas sociais vão circular apenas pedestres, bicicleta e no máximo veículos leves não poluentes e silenciosos como os elétricos.

Figura 10 - Rodoviária

Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/EcovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

3.1.11 Usina de compostagem e reciclagem de lixo

Promover o saneamento ambiental pelo tratamento adequado do lixo, com uma usina local que vai gerar valor e renda adicional para a cooperativa verde local.

Figura 11 - Reciclagem

Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/EcovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

3.1.12 Tratamento de água e óleo de cozinha

Visando também garantir a qualidade da água para prevenção de doenças e tratamento adequado dos resíduos para evitar a contaminação do solo e das águas.

Hoje a demanda crescente por água, seja nas construções ou para irrigação na agricultura, faz crescer a necessidade por alternativas que poupem mananciais e mantenham os recursos hídricos através de um planejamento do uso racional e eficiente da água.

Figura 12 - Central de tratamento

Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/EcovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

3.1.13 Estação de tratamento de esgoto com biodigestor

Tratamento de esgoto integrado com biodigestor, produzindo biogás para cozinhar e para a produção rural. E ainda mais energia elétrica para a comunidade e seus clientes.

Tratar a água usada em sanitários, cozinhas e áreas molhadas em geral pode representar uma grande colaboração ao meio ambiente, pois elimina patógenos que transmitem doenças e impurezas que ao contato com mananciais prejudicam a qualidade destes. Além disto, é perfeitamente possível que uma água tratada em mini-estações sirva para o reuso.

Existem vários modelos de tratamento de água. Todos exigem certa área para implantação e quando planejadas junto à construção do edifício podem representar uma economia, segundo dados da ATA (*Alternative Technology Association*) de até 40% na conta de água.

As mini-estações normalmente tratam a água usando sistemas biológicos, através de reações aeróbicas e anaeróbicas, utilizando microrganismos, minhocas e plantas aquáticas. São usados em alguns casos produtos químicos para o tratamento, mas numa construção sustentável, a utilização destes produtos deve ser evitada com a intenção de não contar com alguns agentes altamente poluidores.

Figura 13 - Estação de tratamento



Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/EcovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

3.1.14 Aterro sanitário

O saneamento gerido pela cooperativa verde com cobertura do lixo para evitar gestores biológicos, mau cheiros poluição visual e contaminação do lençol freático pelo chorume que vai ser encaminhado para a mini estação de tratamento de efluentes locais.

Figura 14 - Aterro



Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/EcovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

3.1.15 Agro floresta

Agro ecologia, com agro florestas e Permicultura pela saúde do homem do solo e da água e para gerar renda com horta listas, fruteiras e florestas plantadas comerciais, produzindo madeiras rentáveis com beneficiamento de manufatura.

Figura 15 - Agro floresta

Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/EcovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

3.1.16 Transmissão de energia eco eficiente

Transportar energia conectando usinas próprias de geração de energias limpas, para atender a comunidade local e seus clientes da cooperativa verde local.

3.1.17 Transmissão de sinais para telecomunicações e captação de energia solar e energia eólica

A tecnologia das comunicações abrem oportunidade para o ressurgimento de pequenas comunidades e realização de atividades secundarias e terciarias, tornando obsoletos os conceitos de economia de escala os benefícios da urbanização.

Utilizar fontes renováveis e alterativas de energia limpa em especial a solar a eólica e a biomassa de forma sustentável.

- Energia solar

A energia vinda do sol pode ser aproveitada de várias maneiras em uma construção. É uma fonte inesgotável, porém não constante. Devido alguns fatores climáticos que encobrem o céu, não há como aproveitar integralmente a captação da luz e, nos períodos noturnos, apenas não funciona. Por incrível que pareça a maior produção de energia está instalada nos países de maior latitude. Devido ao alto

preço (que começa a ficar mais acessível) e a poucos incentivos, a tecnologia é pouco explorada nos trópicos ou mesmo em localidades próximas ao equador. Para apresenta excelentes condições deste recurso pois faz sol quase o ano todo. Apesar da absorção irregular, estes sistemas de captação contam com baterias e armazenam a energia. Funcionam através de placas fotovoltaicas, localizadas nos telhados onde haja maior incidência da luz solar.

Como o sistema acima, a energia solar pode ser usada também com grande eficácia no aquecimento da água das casas. Estes sistemas são parecidos, têm os mesmos princípios de colocação e absorção, mas neste caso as placas coletoras recebem um fluxo de água, ligadas ao sistema de abastecimento da construção.

Esta tecnologia pode ser usada para compor o sistema de aquecimento de água de condomínios, residências, escolas e clubes, contam com a vantagem de reduzirem o consumo de energia externa e com a desvantagem de necessitarem de grandes áreas livres para serem instaladas. Porém cada vez mais avanços tecnológicos vêm criando placas solares cada vez mais potentes.

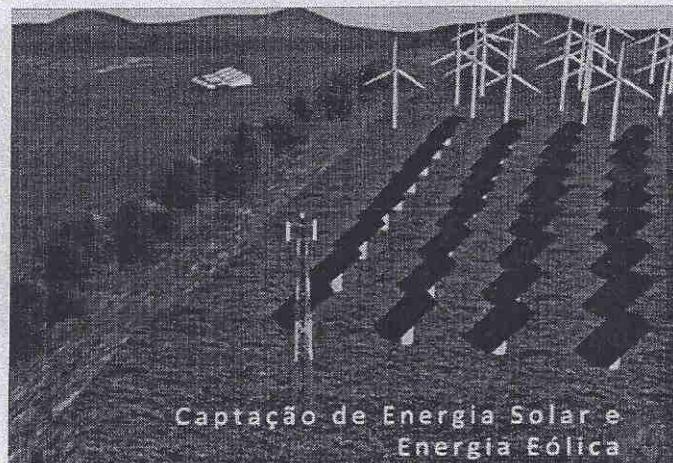
- Energia eólica

Assim como a solar, a energia eólica é uma fonte renovável de energia, intermitente, porém irregular. Usada pelo ser humano, desde as primeiras civilizações, a força do vento é usada nas construções de várias maneiras.

Seja para bombeamento de água, acionamento de máquinas e rotores, moinhos e para transformação em energia elétrica, estes sistemas são pouco conhecidos da população em geral.

Em algumas localidades onde há muito vento, algumas empresas já instalam pequenos geradores eólicos em residências e escritórios.

Como a energia solar, a eólica necessita de baterias que armazenem (para dias sem vento) e depois distribuam essa energia para o edifício. Não é suficiente para fornecer toda força que uma casa necessita, mas colabora com redução de gastos na conta da luz.

Figura 16 - Energia

Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/EcovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

3.1.18 Barragem para aproveitamento de águas superficiais

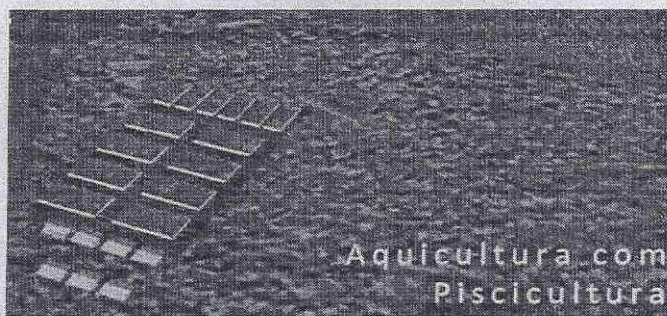
Proteger e conservar os mananciais e as águas preservando os cursos d'água e as matas ciliares. Além de garantir o uso múltiplo das possíveis represas.

Figura 17- Barragem

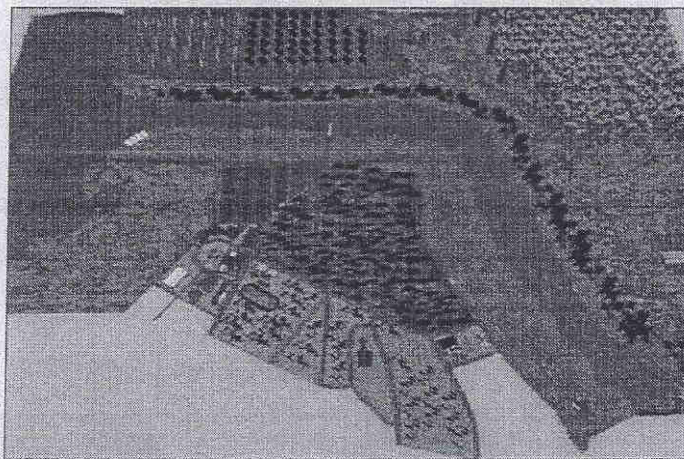
Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/EcovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

3.1.19 Aquicultura com piscicultura

Incentivar a apicultura com a criação de produção de peixes para produzir mais alimentos saudáveis e mais renda para a cooperativa verde local.

Figura 18 - Piscicultura

Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/ECovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

Figura 19 - Área da cidade

Fonte: Disponível em: <<http://www.youtube.com/user/ECovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>>. Acesso em: 13 set. 12.

Figura 20 - Permeabilização

Fonte: Disponível em <<http://www.emporiolaranjeiras.com.br/noticia/pavimentacao-ecologica-nos-condominios-da-serra>> Acesso em 05 dez. 12. 1.20 Permeabilização do solo

Um enorme problema das grandes cidades é a aridez que encontramos em muitas ruas, calçadas, calçadões, estacionamentos, praças e parques, causada pelo uso excessivo do asfalto e do concreto para cobrir o chão. Tais revestimentos muitas vezes utilizados sem critério impermeabilizam o solo, fazendo, por vezes, que a água demore muito tempo pra infiltrar.

Em uma grande chuva, por exemplo, devido à grande quantidade de água que vem somado ao enorme acúmulo de lixo encontrado nas ruas, faz com que as bocas de lobo e sumidouros entupam, aliado a isso, um solo impermeável não consegue ter uma boa absorção, o solo não consegue drenar o excedente e no final das contas temos mais uma enchente. Lógico que para uma enchente ocorrer são necessários outros fatores, mas a má impermeabilização contribui muito.

3.1.21 Ar condicionado “ecológico”

Grande campeão de enfermidades, imbatível consumidor de energia e mestre no quesito lançador de gases de efeito estufa, o ar condicionado convencional é muito utilizado nos grandes centros urbanos.

A nova geração de ar condicionados vêm para resolver a maioria desses problemas. Usam sistemas evaporativos de funcionamento, deixam os gases estufa de lado para trabalhar com água, fazendo com que os ambientes sejam menos secos, e assim evitando a maioria dos problemas respiratórios. São mais econômicos e podem representar um ganho de até 80% na conta de energia.

3.2 Materiais usados em construções sustentáveis

Uma construção sustentável prevê que os materiais usados:

- * Dêem preferência para os que venham de locais próximos.
- * Sejam sintéticos, naturais e ou transformados, devem ser produzidos para ser usados até o fim da vida útil. Adequados para a reciclagem, reuso e reutilização.
- * Prima por aquele material composto de substâncias não tóxicas, não nocivas e benéficas na decomposição.

- * Tenham sido feitos sem agredir o meio e ou deturpar as ordens sócias e culturais. Economicamente vantajoso ao lugar e região na qual é produzido.
- * Sejam materiais de ordem naturais, porém renováveis. Utilizados e mantidos para o uso das sociedades que ainda estão por vir.
- * Criem condições para novos padrões sustentáveis de consumo e sejam eficientes.
- * Não sejam transgênicos.
- * Não poluam o meio na qual é utilizado.
- * Se bem usados, colaborem para o fim das devastações ambientais.

Importante lembrar que tanto materiais ou produtos utilizados nestas construções não só devam ser fabricados com responsabilidade, mas, quem os usa têm uma parcela fundamental para estes continuarem sendo sustentáveis.

Muitos equipamentos possuem necessidades específicas de manutenção. Alguns eletrodomésticos, por exemplo, funcionam com gases que durante e depois da vida útil, necessitam de alguns cuidados para não prejudicarem a saúde e o meio.

Fundamental lembrar também que materiais e produtos que se auto-intitulam verdes, ecológicos, ambientalmente responsáveis e assim por diante devem ser questionados. A melhor maneira de checar se ele realmente é verde é através da certificação de algum órgão, entidade responsável por análises de padrões confiáveis e ou certificadoras específicas.

*Abaixo alguns materiais e produtos que podem ser empregados nas construções sustentáveis:

3.2.1 Fibras vegetais

São excelentes materiais que substituem as fibras de vidro e sintéticas. Possuem características físicas e mecânicas, em alguns casos muito melhores do que as não naturais, principalmente quando incorporadas com compostos plásticos.

Feitas a base de uma série de plantas e vegetais como a juta, o sisal, o coco, a cana de açúcar, algodão, rami entre outras, é utilizada para confecção de uma ampla gama de produtos. Pode ser misturada ao concreto para agregar maior resistência, serem usadas para fazer telhas, tapumes, revestimentos acústicos e térmicos, painéis, tecidos, tapetes e carpetes.

3.2.2 Óleos vegetais

Bastante usados em produtos alimentícios, farmacêuticos e atualmente vinculados ao setor energético na produção de biocombustíveis, os óleos vegetais também são utilizados em vários produtos aplicados na construção civil. Hoje existem tintas, vernizes, impermeabilizantes e solventes à base desses óleos, que descartam o uso de produtos químicos prejudiciais à saúde. São derivadas de inúmeros tipos de vegetais e sementes como girassol, mamona, soja, dendê, cânhamo, milho, palma, amendoim entre muitas outras.

3.2.3 Solo cimento

Muito útil em meios rurais pela disponibilidade da matéria-prima, já que a maior parte da mistura vem do chão. É um tipo de cimento para argamassa ou estrutura, adequado para uso em revestimentos de pisos e paredes devido à elasticidade, usado para pavimentação, em muros de arrimo, confecção de tijolos e telhas sem que haja uma queima prévia. O solo cimento é um material homogêneo resultante da mistura de solo, cimento e água, ideal para construções de pequeno porte. O solo usado é composto por uma parte maior de areia e outra menor de argila. A proporção de cimento e solo fica entorno de 1 para 12, ou seja, uma parte de cimento e outras doze partes de solo. É importante lembrar que o solo cimento mais adequado não pode conter materiais orgânicos (galhos, folhas e nenhum tipo de adubo) e devem ser bem peneirados na fabricação.

3.2.4 Concreto reciclado

Concreto é um material composto por cimento, areia, água, compostos britados (brita, cascalho e ou pedregulho) que eventualmente contém materiais ligantes como colas, fibras e outros aditivos. O concreto reciclável possui inúmeras fórmulas e combinações possíveis. Alguns encontrados no mercado são feitos com escória de alto forno, material originalmente refugado, resultante na fabricação de cimento e em usinas metalúrgicas, outros utilizam sobras de minérios e asfalto, recolhidos em demolições e entulhos. O uso do concreto reciclado tem despertado cada vez mais uma consciência de reaproveitamento dos materiais que antigamente eram

descartados, como restos de tijolos e telhas, abrindo espaço para empresas que separam e comercializam materiais que sobram nos canteiros de obras e nas demolições.

3.2.5 Adobe

É um material ainda muito utilizado em várias regiões do mundo, inclusive no Brasil, excepcionalmente próprio para regiões que tenham solos argilosos e clima seco.

Usado para se fazer tijolos, são muito eficazes na construção de alvenarias estruturais externas, pois depois de secos adquirem uma alta resistência e ótimas propriedades acústicas.

O tijolo de adobe é feito de uma mistura com argila, areia, água e algumas vezes podem ser adicionadas palha ou outras fibras.

3.2.6 Tintas naturais

O uso de tintas convencionais muitas vezes pode ser danoso à saúde e ao meio ambiente por conterem substâncias orgânicas tóxicas (COVs), substâncias derivadas do petróleo e compostos voláteis altamente poluidores ao contato com córregos e lençóis freáticos. Hoje no mercado existem algumas tintas a base de água, ceras e óleos vegetais, resinas naturais, com pigmentações minerais, muito mais recomendáveis para um equilíbrio sustentável nos ambientes, pois não têm odor e não utilizam metais pesados.

3.2.7 Lâmpadas de alta eficiência energética

Existem muitos tipos de lâmpadas eficientes no mercado e algumas que ainda estão por vir, pouco difundidas, prometem uma revolução na iluminação dos edifícios. A mais comum são as lâmpadas fluorescentes compactas, apesar de mais caras, representam um consumo de energia 80% menor e duram 10 vezes mais que lâmpadas convencionais, fora isso aquecem menos o ambiente. A maior promessa no setor de iluminação são os LEDs, que em inglês significam Diodo Emissor de Luz. São diodos semicondutores que ao receberem energia iluminam. Muito comum

em televisores e computadores são aquelas luzes que ficam acessas indicando que o aparelho está ligado ou em *stand by*. Possuem inúmeras vantagens. São luzes que desperdiçam pouquíssima energia, não esquentam, extremamente compactas, mas ainda são caras e pouco difundidas.

4 VANTAGENS DE UM PROJETO SUSTENTÁVEL

O projeto sustentável, por abranger inúmeros aspectos, garante maior cuidado com as soluções propostas, seja pelo ponto de vista ambiental, social, cultural ou econômico. Construções sustentáveis garantem o bem estar de seu usuário, pois, além de fazer bem para sua saúde, é viável economicamente (a longo prazo) e ajuda o planeta.

A prática da engenharia sustentável em empreendimentos imobiliários pode ser ainda mais vantajosa, uma oportunidade que não pode ser desperdiçada. Essa fatia de mercado é hoje inovadora e possui caráter diferencial, além de possuir uma tendência bastante forte de se transformar em requisito indispensável para obras em geral, pois, está dentro da necessidade urgente de melhores indicadores de qualidade de vida.

Após essa breve explanação, podemos citar os principais benefícios de um projeto sustentável:

- * Redução dos custos de operação;
- * Imagem, diferenciação e valorização do produto;
- * Redução dos riscos;
- * Mais produtividade e saúde do usuário;
- * Novas oportunidades de negócio;
- * Satisfação de se realizar algo em prol do usuário e do planeta.

5 INVESTIMENTO EM CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL É RENTÁVEL?

A sustentabilidade tem assumido cada vez mais importância no cenário da construção civil. O conceito de construção sustentável baseia-se na criação de soluções para os principais problemas ambientais causados por esse setor, sem renunciar à tecnologia e ao conforto.

Porém, para a construção sustentável virar um hábito, é necessário acabar com alguns mitos. O principal está relacionado ao custo desse tipo de obra, e como sabemos, principalmente nos dias atuais, um projeto não pode ser considerado viável se possuir valor elevado para sua execução.

O preço de implementação de alguns sistemas ecológicos é, em média, 10% mais alto. Mas, segundo o estudo inglês *Costing Sustainability* (Custo da Sustentabilidade), a utilização de estratégias avançadas de sustentabilidade pode até reduzir custos.

Segundo a Associação Nacional de Arquitetura Sustentável (ANAB Brasil), a cada US\$ 1 investido na construção de edifícios sustentáveis, voltam US\$ 15 em 20 anos.

Um sistema de aquecimento solar pode ser pago, pela economia que gera, com apenas um ano de uso. Edifícios que empregam sistema de reuso de água podem ter uma economia de 35%.

Além disso, estudos comprovam aumentos na qualidade de vida, na saúde e na produtividade dos moradores e usuários de locais sustentáveis. Os ocupantes de escritórios em edifícios verdes são de 2% a 16% mais produtivos, por exemplo. Preocupam-se com detalhes que fazem a diferença.

Hoje, a construção sustentável é um diferencial, mas em breve ela será um requisito. Afinal, só traz benefícios para as pessoas e para o meio ambiente.

5.1 Procedimentos experimentais

Como vamos fazer:

Levando em consideração os conhecimentos adquiridos na aula de física, vamos aplicar na prática tais conhecimentos, com experimentos, provando a diferença térmica dos materiais e suas aplicações.

Experimento 1:

Introdução:

O prédio da cooperativa terá 100m, usando uma estrutura de aço, tendo um vão de 10cm previsto pelo engenheiro. Os cooperados estão em dúvida: Que variação da temperatura esse vão permite sem risco para o prédio?

Objetivo geral:

Calcular a dilatação dos materiais.

Resolução:

O coeficiente de dilatação volumétrica do aço é:

$$31,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Considerando apenas a dilatação do comprimento da estrutura, usaremos o coeficiente de dilatação linear que vale:

$$\frac{1}{3} \times 31,5 \times 10^{-6} = 10,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Como a dilatação linear prevista é $\Delta V = 10 \text{ cm}$, o coeficiente de dilatação linear é $\alpha = 10,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ comprimento é $L_0 = 100 \text{ m} = 104 \text{ cm}$, teremos:

$$\Delta T = \frac{\Delta L}{L_0 \alpha} = \frac{10}{10^4 \times 10,5 \times 10^{-6}} \cong 95^\circ\text{C}$$

Conclusão:

Como você podemos ver, o engenheiro foi providente até de mais: Pois a temperatura pode variar sem risco para o prédio em $\cong 95^\circ\text{C}$.

Experimento 2:

Introdução:

Visando um melhor isolamento térmico das casas, e procurando usar material sustentável, foi analisado a utilização de casca de arroz como isolante térmico.

Objetivo geral

Tentar descobrir novo isolante térmico com algo que seria descartado na natureza.

Equipamentos:

- Computador com sensores capaz de fazer a leitura da diferença de temperatura.
- Dois tubos com preenchimento interno um com casca de arroz e outro com pedaços de borrachas.
- Lâmpada de 200w.
- Caixa de papelão revestida de papel alumínio.
- Extensor elétrico.

Procedimentos experimental

Foi realizada medidas de isolamento térmico entre o cano contendo borracha e contendo casca de arroz.

Pode ser verificado que a borracha é um melhor isolante térmico que a casca de arroz, sendo um ótimo material para revestimento entre as paredes nas casas verdes.

A casca de arroz também é uma boa opção para esta finalidade conforme mostra os cálculos a baixo.

6 RESULTADOS

$$A = \pi \cdot r^2$$

$$A = \pi \cdot 100^2$$

$$A = 31,415.92654 \times 29 \text{ mm}$$

$$A = 911061.8697 = (10^2)^3$$

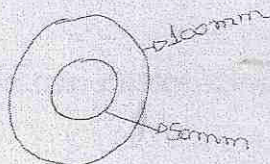
$$A = 0,911 \text{ m}$$

$$A^1$$

$$A^2 = A^+ - A^-$$

$$A^2 = 0,911 - 0,227$$

$$DA = 0,683 \text{ m}$$



$$A = \pi \cdot r^2$$

$$A = \pi \cdot 50^2$$

$$A = 7853.981634 \times 29 \text{ mm}$$

$$A = 227765.4674 = (10^2)^3$$

$$A = 0,227 \text{ m}$$

$$A^3$$

Condutividade da borracha
e de cada parede de core de PVC

$$\Theta = k \frac{L}{A} (T_0 - T_f) \text{ Parte externa}$$

$$\Theta = 0,06 \cdot \frac{2 \times 10^{-3}}{0,911} (68 - 56)$$

$$\Theta = 0,06 \cdot 2,195 \cdot 12$$

$$\Theta = 1,5804 \text{ W}$$

Area interna

$$\Theta = k \cdot \frac{L}{A} (T_0 - T_f)$$

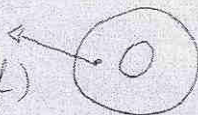
$$\Theta = 0,024 \cdot \frac{2 \times 10^{-3}}{0,227} (50 - 41)$$

$$\Theta = 0,024 \times 8,810 \times 10^{-3} \times 9$$

$$\Theta = 1,903 \times 10^{-3}$$

Área interna

$$\Theta = k \frac{L}{A} (T_Q - T_f)$$



$$\Theta = 0,235 \cdot \frac{0,023}{0,684} (56 - 50)$$

$$\Theta = 0,235 \cdot 0,0336$$

$$\Theta = 0,0474 \text{ W}$$

Jornalêrie

$$\Theta + \Theta + \Theta \rightarrow \text{tota fluxo}$$

$$1,5804 + 0,0474 + 1,903 \times 10^{-3}$$

$$\boxed{1,629 \text{ W}}$$

Calculo real: Borracha

$$\Theta = \frac{A \cdot (T_Q - T_f)}{E \text{ (L/K)}}$$

$$\Theta = \frac{A (68 - 51)}{\left(\frac{2 \times 10^{-3}}{0,06} + \frac{0,684}{0,235} + \frac{2 \times 10^{-3}}{0,06} \right)}$$

$$\Theta = \frac{0,911 (17)}{E(0,0333333333 + 2,910 + 0,0333333333)}$$

$$\Theta = \frac{0,911 (17)}{2,9766666666}$$

$$\Theta = \frac{15,487}{2,9766666666}$$

$$\Theta = 5,202 \text{ W}$$

Para: caixa de arroy

Tempo = 2 minutos = 120 segundos

$$\Theta = \frac{A (T_Q - T_f)}{E \text{ (L/K)}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{fluxo} \\ \Theta = m \cdot c \cdot \Delta T \\ \Theta = \frac{10,38017}{120} \end{array} \right.$$

$$\Theta = 0,911 \cdot (17)$$

$$\left(\frac{2 \times 10^{-3}}{0,06} + \frac{0,684}{k} + \frac{2 \times 10^{-3}}{0,06} \right) \Theta = 0,0538$$

$$0,0538 = \frac{0,911 (17)}{\frac{2 \times 10^{-3} \text{ K} + 0,04104 + 2 \times 10^{-3} \text{ K}}{0,06 \text{ K}}}$$

$$0,0538 = \frac{15,487}{\frac{4 \times 10^{-3} + 0,04104}{0,06 \text{ K}}}$$

$$0,0538 = \frac{15,487 \times 0,06 \text{ K}}{4 \times 10^{-3} \text{ K} + 0,04104}$$

$$0,2152\text{K} + 2,207 \times 10^{-3} = 0,92922\text{K}$$

$$2,207 \times 10^{-3} = 0,92922\text{K} - 0,2152\text{K}$$

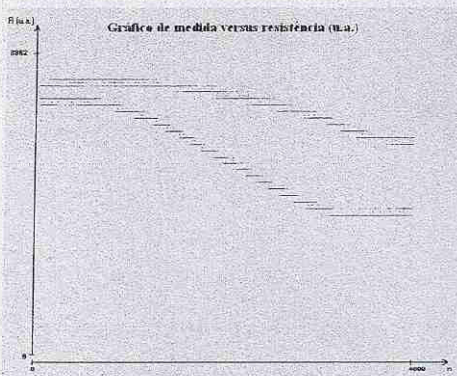
$$2,207 \times 10^{-3} = 0,71402\text{K}$$

$$K = \frac{2,207 \times 10^{-3}}{0,71402}$$

$$K = 3,090 \times 10^{-3}\text{W}$$

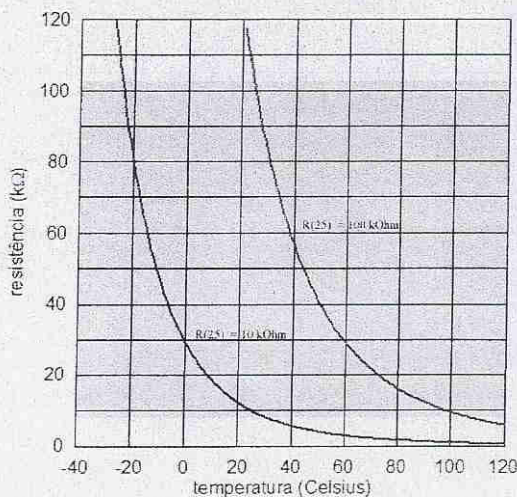
A partir dos experimentos na prática, obtemos os seguintes resultados:

Gráfico: 1



Neste caso analisando onde a cor vermelha é a borracha e a azul a casca de arroz em relação a variação da temperatura..

Gráfico: 2



Conforme comparado a escala do Gráfico 1

Conclusão:

Podemos concluir que na prática a borracha é melhor isolante térmico que a casca de arroz.

8 CONCLUSÃO

Obviamente como foi dito antes, os esquemas apresentados são somente algumas das inúmeras possibilidades de como uma cidade pode ser. A forma, as técnicas e materiais podem e devem ser combinados da melhor maneira que convier. Mais uma vez, uma construção sustentável não tem receita pronta, apenas diretrizes a serem levadas em consideração na hora de projetar.

As construções sustentáveis tendem a ser utilizadas cada vez mais no mercado internacional. Tal ramificação oriunda da união de arquitetura e engenharia visando à sustentabilidade vêm gerando frutos que a cada dia que passa, tornam-se mais frequentes e mais acessíveis à população.

Construções Sustentáveis são a prova de que podemos viver com o mesmo conforto e luxo que vivemos atualmente, sem agredir o meio ambiente, e às vezes até colaborando para uma recuperação do mesmo.

Também podemos destacar um aspecto que no mundo atual, torna-se praticamente o mais importante: O custo-benefício das construções sustentáveis. Como já apresentado mais acima, as construções sustentáveis representam um investimento com retorno à longo prazo, ou seja, na sua construção podem vir a ser mais dispendiosos do que uma obra nos moldes convencionais, porém, com o tempo, a reutilização dos recursos naturais e a diminuição no uso de alguns materiais representaram uma economia bastante significativa, uma vez que o investimento começa a mostrar seus resultados.

Por fim, acho de extrema importância que se incentive cada vez mais o uso de construções sustentáveis, pois o resultado seria diretamente benéfico à vida de seus adeptos e não adeptos também. Como incentivo, (neste caso diga-se no Brasil, pois em outros países já existe tal modelo), seria interessante que o usuário que utiliza-se em sua residência placas de energia fotovoltaica por exemplo, pudesse vender para concessionárias de energia, o excesso de sua produção, resultando em ganho monetário para o proprietário da construção e na redução de impactos ambientais.

9 AUTO-AVALIAÇÃO INDIVIDUAL

O projeto se mostrou complexo e desafiador, visto que foi um dos primeiros trabalhos com esse foco. O projeto exigiu uma maior organização pessoal e em grupo.

Como no começo do estudo só tínhamos a ideia inicial, começamos uma busca sobre informações da área do projeto, onde encontramos algumas barreiras, como falta de algumas informações e conhecimentos, e é nesse ponto que o projeto nos ajudou, pois para a realização tive que mudar a minha maneira de fazer pesquisas e também tive que rever os assuntos abordados nos anos anteriores de faculdade, usando a termodinâmica. Optamos em procurar utilizar algo do nosso próprio curso para a realização deste projeto. Com o foco na Engenharia da Computação foi feito um sistema para medida da diferença da temperatura para poder medir o melhor isolante térmico sem a ajuda de termômetros convencionais. E também Pensando Na engenharia Ambiental, foi utilizado das técnicas e conhecimentos em ajuda do meio ambiente.

Para se chegar ao resultado esperado, houve muito trabalho a ser feito como: pesquisas, testes, reuniões.

5,0

REFERÊNCIAS

AMBIÊNCIA. Soluções sustentáveis. *O que são Construções sustentáveis*. Disponível em: <<http://www.ambiencia.org/site/ambiencia/o-que-sao-construcoes-sustentaveis/>>. Acesso em: 15 out. 2012.

CRIA. Arquitetura sustentável. *Três vezes vencedor do prêmio planeta casa na categoria design de interiores*. Veja o porquê! 2009. Disponível em: <<http://www.criaarquiteturasustentavel.com.br/>>. Acesso em: 10 set. 2012.

ESCOVILAS SOCIAIS RURAIS E URBANAS COOPERATIVISTAS VERDES. Versão 1.1. Disponível em: <http://www.youtube.com/user/ScovilasSociais?v=iQu66N-C6WQ>. Acesso em: 13 set. 2012.

GRAF. Grupo de reelaboração do Ensino de Física Instituto de Física da USP. Leituras de física. Física térmica: para ler, fazer e pensar. 1 a 23. Física 1 a 23 Vol. 2, FEP - USP. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/GREF/capa_e_contra_termo.pdf>. Acesso em: 11 out. 2012.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de física*. 8. ed. Rio de Janeiro, 2009.

INFOESCOLA. Navegando e aprendendo. 2006-2012. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/ecologia/construcao-sustentavel/>>. Acesso em: 05 nov. 2012.

WIKIPÉDIA. A enciclopédia livre. Energia. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia#Energia_qu.C3.ADmica. Acesso em: 15 out. 2012.

9.3 Anexo 3: contrato de trabalho dos alunos 37 e 45

Data: 21/10/2012 ok

[MF1] Comentário: Colocar dados iniciais anteriores ao roteiro de trabalho.

Título do projeto: Cidade planejada auto-sustentável

Autor:

1.Introdução

Visando o bem estar social com moradias, ensino, trabalho, e renda dignas, este projeto auto-sustentável vem agregar valores com Respeito a natureza e sua Biodiversidade para conservar e recuperar o habitat natural, combater o desmatamento e manter os rios, além da aplicação da biotecnologia. Sempre levando em conta o conforto da população deste projeto auto-sustentável e observando a aplicação da termometria.

2.Objetivo Geral

Incentivar o desenvolvimento de soluções civil, social e ambiental, visando o conforto térmico, o desenvolvimento de soluções inovadoras e eficientes na construção das cidades auto-sustentáveis, com o uso racional da energia elétrica e o menor impacto ambiental. Sendo assim, planejar e construir com qualidade socioambiental para enfrentar o déficit de moradias considerando a termologia.

[MF2] Comentário: Como vocês fariam para enfrentar o déficit de moradias a partir da qualidade socioambiental?

3.Procedimentos

O que vamos fazer:

Devemos construir esta cidade como novo paradigma habitacional socialmente justo, ecologicamente correto e economicamente viável conforme o clima e a cultura local.

Excluído: , s

Excluído: levando em conta as considerações

Excluído: térmicas

Excluído:

Excluído:

Serão analisados vários fatores:

* Área Residencial para as casas: Tipos de solos, altitude, ventilação, inclinação do terreno, período de insolação, temperatura média de cada estação do ano, tipo de isolamento térmico mais adequado,

[MF3] Comentário: Destacar partes mais relevantes.

* Ciclovía e Postes Led Com Captação de Energia Solar;

* Área de Cultura, Laser e Esportes;

* Eco Pousadas para Turismo Ecológico; tipo de solo local, inclinação do terreno, período de insolação, ventilação, isolamento térmico de cada ambiente,

* Prédio para funcionamento da cooperativa;

[MF4] Comentário: Como será essa cooperativa?

*Usina de Compostagem e Reciclagem de Lixo: tipo de solo no local, para não causar eventual contaminação dos mananciais, ventilação, isolamento térmico, acessibilidade,

Excluído: ;

*Tratamento de Água e Óleo de cozinha: distintamente separadas, estudo prévio de picos de consumo, principalmente no verão no caso da água; e no caso do óleo de cozinha, seu pico de consumo nos meses mais frios e consequentemente estudo bem detalhado de picos de chuvas mais intensas, mais frequentes.

Excluído: a

Excluído: fortes

*Estação de tratamento de esgoto com Biodigestor; isolamento de animais externos, capacidade de receber grandes picos de fluidos tanto nos meses mais chuvosos. Uso aleatório dos biodigestores, local já predefinido para destinação do produto restante.

*Aterro Sanitário: previamente calculado quantidade de material orgânico produzido por uma pessoa anualmente. Isolamento do local de animais externos, tipo de solo local, estrutura física do local.

*Transmissão de Energia Eco eficiente;

*Captação de Energia Solar e Energia Eólica; tipo de relevo; período de insolação, até mesmo nos meses de inverno;

*Aquicultura com Piscicultura. Tipo de relevo favorável para implantação; qualidade da água usada, sua temperatura média, oxigenação, ph, solo compatível para a implantação, quantidade de animais por tanque; volume de água.

CRONOGRAMA DE TRABALHO

[MF5] Comentário: Ótimo o cronograma.

	Agosto				Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Etapa preparatória (análise das diretrizes para o plano de Elaboração de uma cidade auto-sustentável)	■	■	■	■	■	■														
2. Pesquisa e estudos dos fenômenos da calorimetria.						■	■	■												
3. Confeção do projeto									■											
4. Reunião para tratar as ferramentas a serem utilizadas										■										
5. Reavaliação do roteiro do projeto verificando relação com calorimetria											■									
6. Entrega do roteiro do projeto												■								
7. Montagem dos experimentos a técnicas para aplicação da termometria.													■							
8. Confeção dos slides, texto, e modo de apresentação .														■						
9. Testes preliminares das apresentações.															■					
10. Apresentação do projeto																■				

Como vamos fazer:

Levando em consideração os conhecimentos adquiridos na aula de física, vamos aplicar na prática tais conhecimentos, com experimentos, provando a diferença térmica dos materiais e suas aplicações.

[MF6] Comentário: Como será a apresentação de vocês?

[MF7] Comentário: Deixar mais claro, não consegui entender a proposta de vocês.

Procedimentos Experimentais

Introdução:

O prédio da cooperativa terá 100m, usando uma estrutura de aço, tendo um vão de 10cm previsto pelo engenheiro. Os cooperados estão em dúvida: Que variação da temperatura esse vão não permite risco para o prédio?

Excluído: sem

Objetivo Geral:

Calcular a dilatação dos materiais

Resolução:

O coeficiente de dilatação volumétrica do aço é:

$$31,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Considerando apenas a dilatação do comprimento da estrutura, usaremos o coeficiente de dilatação linear que vale:

$$\frac{1}{3} \times 31,5 \times 10^{-6} = 10,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Como a dilatação linear prevista é $\Delta L = 10 \text{ cm}$, o coeficiente de dilatação linear é $\alpha = 10,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ comprimento é $L_0 = 100 \text{ m} = 10^4 \text{ cm}$, teremos:

$$\Delta T = \frac{\Delta L}{L_0 \alpha} = \frac{10}{10^4 \times 10,5 \times 10^{-6}} \cong 95^\circ\text{C}$$

Conclusão:

Como você podemos ver, o engenheiro foi previdente até de mais. Pois a temperatura pode variar sem risco para o prédio em $\cong 95^\circ\text{C}$.

Referências

Física 1 a 23 Vol. 2 –FEP - USP

http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/GREF/capa_e_contra_termo.pdf

Acesso em 11 out. 12.

http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia#Energia_qu.C3.ADmica

[2] HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8.ed. Rio de Janeiro, RJ, 2009.

[MF8] Comentário: Para fazer equações, vão em inserir, cliquem em objeto, depois em Microsoft Equation. Refaçam as equações.

Excluído:

[MF9] Comentário: Cuidar com o subscritos. Usar Microsoft Equation.

[MF10] Comentário: Fazer o contrário. Ver a média de diferença de temperaturas na cidade e depois ver o vão que é necessário deixar.

[MF11] Comentário: Procure m olhar o Tipler e o livro sobre conforto térmico que coloquei nas referências bibliográficas de vocês.

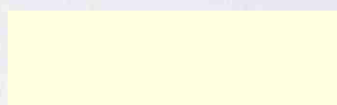
Excluído: ¶

9.4 Anexo 4: projeto do aluno 24



UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL

CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA



CONDOMÍNIO ECOLOGICAMENTE CORRETO E SUSTENTÁVEL.

Faltou conclusão

4,5

Santa Cruz do Sul

2012

DADOS GERAIS**Nome:** [REDACTED] - **Matrícula:** [REDACTED]

Quais são seus interesses ao fazer a disciplina de Física II?

R: Meus interesses na disciplina de Física II são: melhorar meu aprendizado e compreender mais ainda como funciona a física, pois ela envolve tudo o que existe, desde uma minúscula partícula até mesmo o Universo, desde o início de tudo, como os físicos estão à procura de uma explicação para o Big Bang, até os dias atuais. Saber qual material posso utilizar por ter melhor benefício, qual não posso utilizar, conhecer um pouco mais sobre os gases, saber o que acontece com eles e expandir meus conhecimentos sobre óptica.

Como vão fazer para realizar seus objetivos ao cursar a disciplina de Física II?

R: Aprender bastante em aula e discutir tudo o que aprendi, em casa, fazendo exercícios, procurando respostas para tudo e me aprofundar um pouco mais meu conhecimento em livros e internet.

ROTEIRO TRABALHO

Objetivo:

Construir um condomínio ecologicamente correto, com o objetivo principal, fazer com que ele seja autossustentável. Não utilize energia elétrica em vão, com aquecimento da água para o banho, não gaste energia em vão para deixar o ambiente interno em boa temperatura, utilizar cisterna para armazenamento de água da chuva, servindo para alimentar a piscina e a parte interna da casa, como lavanderia e sanitários.

Fazendo assim, com que as pessoas se conscientizem cada vez mais com o termo autossustentável, pois, com um futuro próximo, tudo derivará da auto sustentabilidade, como uma fonte segura e de grande porte, como a energia solar e a energia eólica.

O que vão fazer:

Em área de aproximadamente 3000 m², construir um condomínio ecologicamente correto e autossustentável, que não dependa de energia elétrica para estar bem climatizado. Cada casa terá celas fotovoltaicas, que serão utilizadas para suprir as necessidades básicas, como deixar ligado o aquecedor a gás e geladeira, que são equipamentos que devem ser mantidos ligados.

O condomínio será constituído por: 14 casas de dois pisos, contribuindo geograficamente, ocupando menos espaço terrestre e fisicamente, pois tudo foi planejado para ser autossustentável.

Utilizando materiais como:

- **Paredes duplas de tijolos ecológicos:**

Serão utilizados tijolos ecológicos, porque diferente do tijolo comum, ele não é queimado, então ele não contribui com o desmatamento e nem a emissão de CO₂ para o meio ambiente, que é o grande vilão do efeito estufa. Ele tem apenas dois furos, e a montagem é feita a partir do encaixe, como se fosse um quebra-cabeça. E poderá ter uma economia de até 40%, pois a utilização da areia, pedra e cimento é ainda menor.

Economia na construção com Tijolo Ecológico



- Tijolos assentados com massa, paredes rebocadas e pintura
- Tijolos modular encaixados com filete de solo-cimento, paredes de tijolos a vista

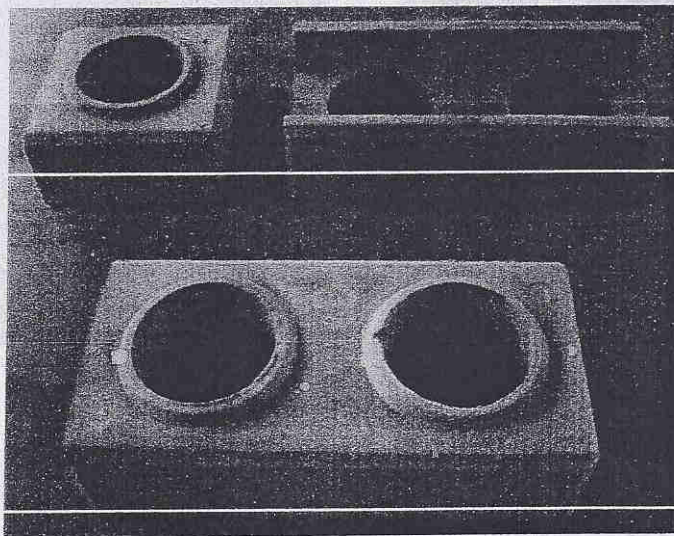
Estimativa de Custo/Lucro
Milheiro de Tijolo Ecológico 12,5 x 25

Preço do milheiro: R\$ 400,00 a R\$ 450,00
(posto na fábrica)



■ Considerando custos de mão de obra, cimento, solo, água e instalações

La Odessa referência



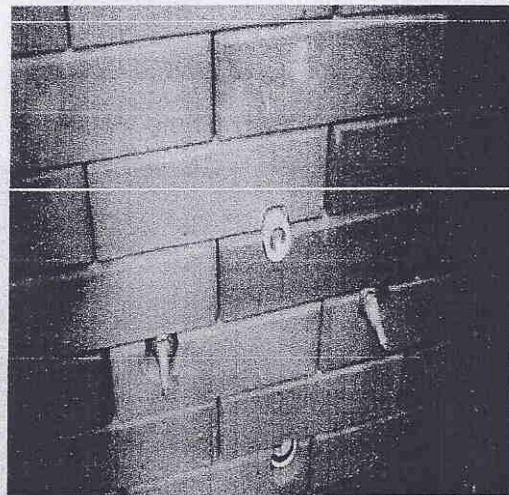
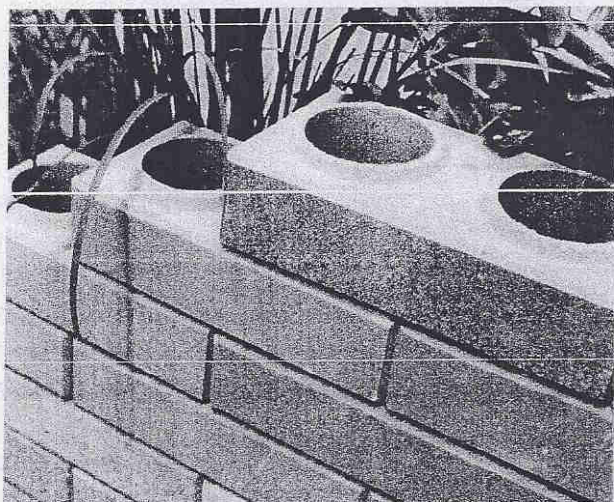
De um modo geral, tijolos de solo-cimento não requerem massa em seu assentamento. Dispensam o uso de madeira, estribos e arame para a construção de vigas e pilares de apoio das lajes. Também consome menos concreto e ferro na confecção das vergas, cintas e grautes.

Vantagens dos tijolos ecológicos:

- A construção é mais rápida do que a feita com tijolos convencionais.
- Os tijolos ecológicos proporcionam uma economia de até 40% no valor final da obra.
- A distribuição de peso (carga) pelas paredes é mais eficiente quando comparado com paredes feitas com tijolos comuns.

- Não há necessidade de quebrar paredes para embutir canos de água, esgoto e fiação elétrica. Como vantagem adicional, há muito menos formação de entulho na obra.
- Os tijolos ecológicos reduzem em até 80% a quantidade de cimento utilizado na obra.
- Os tijolos ecológicos são bem padronizados, o que facilita o nivelamento das paredes e diminui a quantidade de reboco.
- As colunas de sustentação são executadas dentro dos próprios tijolos, o que reduz a necessidade de madeira.
- Os tijolos ecológicos proporcionam um ótimo isolamento termo acústico.

Por terem dois furos no meio, facilita a passagem da rede hidráulica e elétrica.



• Piso Radiante:

É o sistema de aquecimento mais confortável que você pode encontrar, e que nos países mais desenvolvidos, é utilizado em cerca de 50% de todas as residências novas.

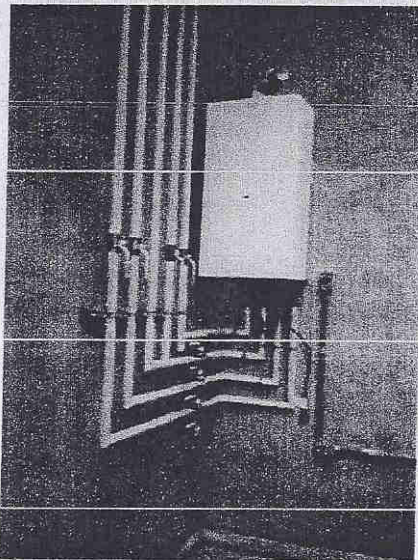
O Piso Radiante baseia-se em um circuito de tubos de polietileno reticulado (PEX), embutidos no piso da residência, e de um sistema de regulação térmica que permite controlar em qualquer momento a temperatura dos ambientes, através da circulação de água quente.

No Piso Radiante, utiliza-se a superfície do piso como elemento radiador de calor, eliminando os radiadores e aparelhos de ar condicionado que normalmente ressecam o ar. Isto permite manter a temperatura do piso perfeitamente distribuída por todo o ambiente, obtendo assim grande conforto.

- Componentes:

1. Fontes de Calor

Normalmente utiliza-se uma caldeira mural a gás ou elétrica, que aquece de maneira independente o Piso Radiante e a água para consumo, dispensando a utilização de outro aquecedor. Pode ser utilizado também sistema de aquecimento solar como fonte de calor.

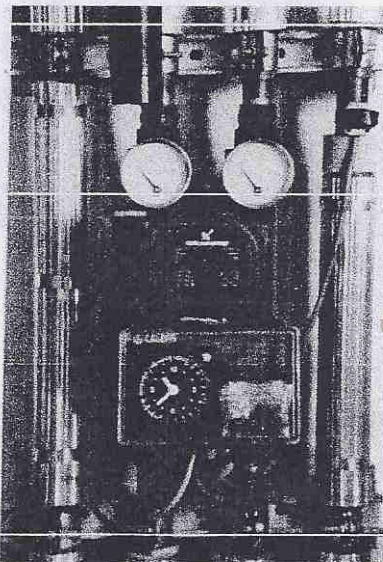


*no este sistema não g
ma
que
age*
*Se funciona com energia solar
sem tubo (capta painéis solares
gases PET)*

O sistema de aquecimento por piso radiante é o sistema que utiliza água a baixa temperatura, sendo então o que oferece a maior eficiência energética.

2. Grupo de Regulagem Térmica

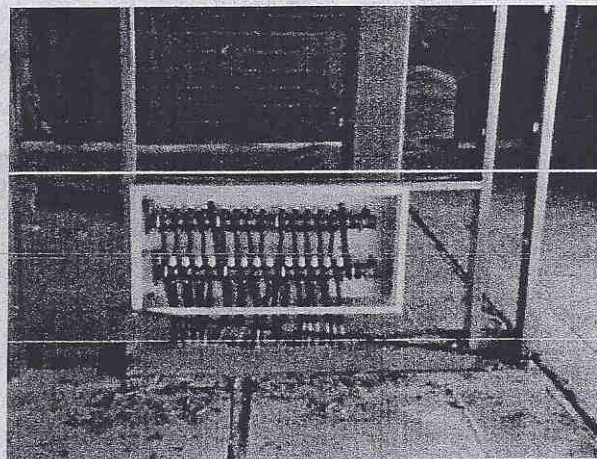
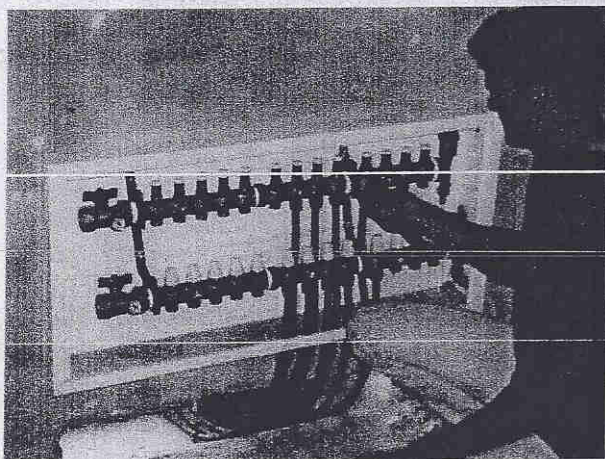
Acumula as funções de misturador, bomba de circulação e temporizador, gerenciando a oferta de água quente aos distribuidores. Possui também um sensor de temperatura, que ajusta com antecipação a temperatura interna da residência em função da temperatura externa.



Sistema totalmente silencioso que uma vez ajustado não necessita intervenções.

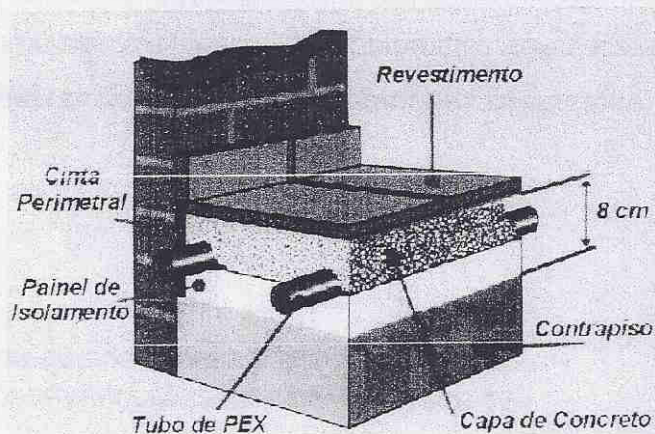
3. O Sistema de Distribuição (Manifold)

Trata-se de um conjunto de acessórios que tem a função de distribuir a água recebida do grupo de regulação térmica para cada circuito e ajustar a temperatura de cada ambiente de forma independente.



4. Circuitos de Tubos PEX para Aquecimento

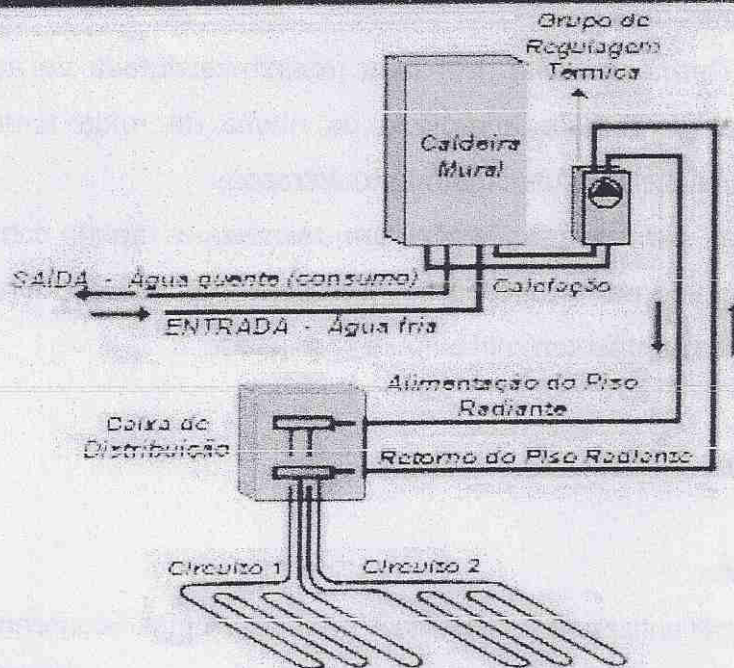
Os circuitos de tubos agem como elemento fundamental do sistema de aquecimento por Piso Radiante. Estes tubos, fabricados em polímeros da mais alta tecnologia denominado Polietileno Reticulado (PEX), ficam embutidos no piso da residência e suportam com total garantia a circulação de água quente, sem sofrer corrosão ou desgaste ao longo dos anos.



Os tubos são instalados sobre uma base de isopor de alta densidade, que além de produzir o isolamento térmico do frio transmitido pelo solo, funciona também como barreira contra umidade.

Podemo ser usado barreira que é um material sólido que geralmente não é reaparelado

Esquema Típico de Instalação de Piso Radiante



→ Bateria fonte

Vantagens

Conforto: É o mais confortável, se comparado a outros sistemas de aquecimento, pois distribui a temperatura uniformemente, não produzindo zonas de calor concentradas. Você terá o piso agradavelmente aquecido, quebrando aquele "gelo" desconfortável dos pisos frios.

Saúde: O Piso Radiante evita a elevação de poeira e não altera a umidade do ambiente, contribuindo com a redução do mofo comum em regiões frias, o que beneficia pessoas que sofrem de problemas respiratórios.

Economia de energia: Uma instalação de Piso Radiante, bem calculada e convenientemente isolada, permite um ambiente confortável e com economia de energia. O retorno do investimento é bem mais rápido do que em qualquer outro sistema. → Quanto mais isto economiza?

Versatilidade: O Piso Radiante permite escolher o tipo de revestimento que mais o agrada (granito, porcelanato, madeira ou carpete), e o que é melhor, com qualquer opção oferece uma agradável sensação de conforto de ter sempre os pés aquecidos. Não interfere no mobiliário e cortinas, como acontecem com os tradicionais radiadores de parede, que são instalados próximos as janelas.

Ecológico: Dada a baixa temperatura requerida, a instalação do Piso Radiante pode ser combinada, tanto com sistemas de aquecimento solar, quanto com outras alternativas de fontes de calor.

Isolamento Termo Acústico: Em uma residência dotada de aquecimento por Piso Radiante, as perdas de energia e os níveis de ruído entre andares são reduzidos, devido ao sistema de isolamento utilizado.

Montagem e manutenção: Montagem simples e rápida com facilidade de operação, não requerendo praticamente nenhuma manutenção durante anos, pois possui apenas uma bamba com altíssima durabilidade.

- **Telhado Verde:**

Especificação:

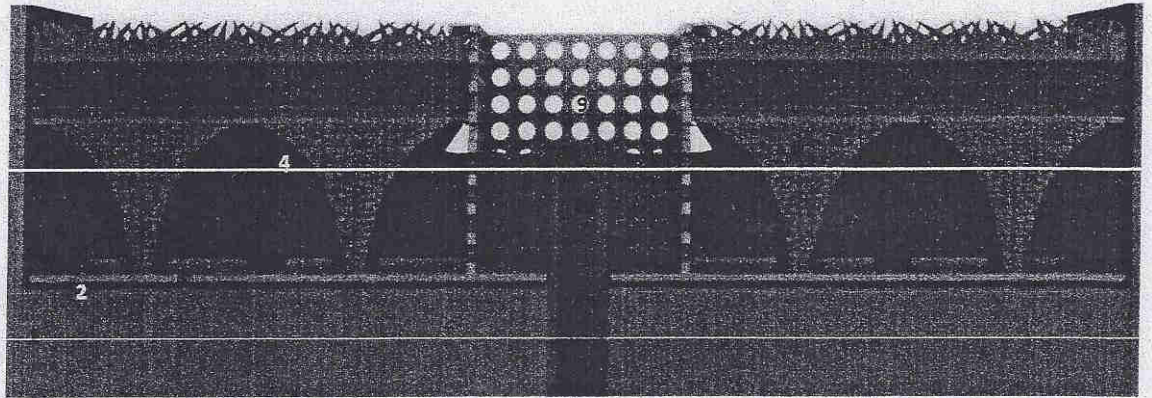
O Ecotelhado® utilizando o Sistema Modular Laminar Ecodreno® é o conjunto dos seguintes elementos que proporcionam sobre uma cobertura de laje já impermeabilizada os benefícios de uma cobertura verde como: conforto térmico, eliminação do trabalho da laje devido à variação térmica, conforto acústico, biodiversidade.

Em conjunto com os benefícios do Ecotelhado, o sistema proporciona um grande reservatório de retenção de água pluvial, ou seja, na mesma área do Ecotelhado o sistema Laminar Ecodreno® funciona como um piso flutuante e sob ele se localiza o reservatório de retenção de água pluvial.

Graças a isto a vegetação possui menor necessidade de irrigação superficial ou, em algumas regiões, até mesmo substitui ou suplementa a irrigação da vegetação e o empreendimento pode se beneficiar com o reservatório de retenção, em alguns casos prescindindo das cisternas enterradas no térreo (piscininhas).

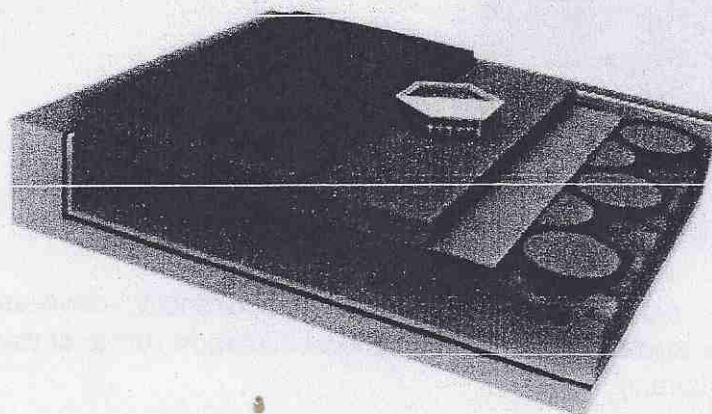
Composição do Ecotelhado com o Sistema Laminar Ecodreno®

- _ Modulo Ecodreno®
- _ Argila expandida
- _ Membrana Ecotelhado® de Retenção de Nutrientes
- _ Substrato Leve Ecotelhado®
- _ Vegetação (opcional)



- 1 - Laje de concreto
- 2 - Impermeabilização
- 3 - Manta geotêxtil
- 4 - Módulo hexagonal Ecodreno (20cm de altura)
- 5 - Preenchimento de cinasita
- 6 - Manta geotêxtil
- 7 - Substrato variável (mínimo de 2cm de substrato e máximo variável)
- 8 - Vegetação (conforme desejado)
- 9 - Caixa de visita
- 10 - Tubo de queda de água (no nível desejado de captação de água)

Montagem e utilização do
Sistema Ecotelhado® Laminar Ecodreno®

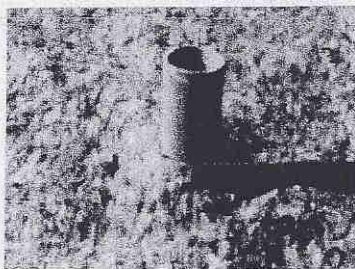


*obra
referência*

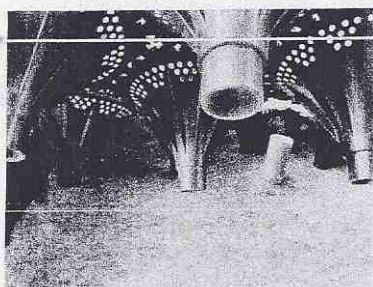
A sequência passo a passo da instalação é a seguinte:

1º passo: A laje onde será instalado o Ecotelhado® com Sistema Laminar Ecodreno® deverá ser totalmente plana e estar devidamente impermeabilizada e limpa de impurezas (pedriscos, areia, etc.);

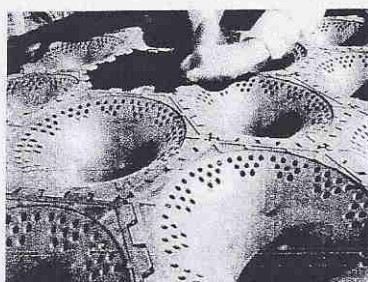
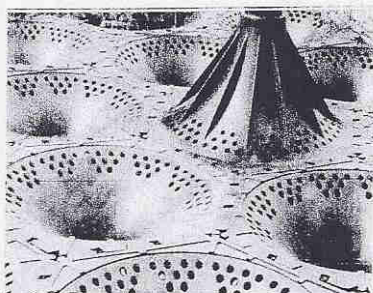
2º passo: Preparo do tubo de PVC chamado de "ladrão" de dreno que deverá ser encaixado como prolongador dos drenos do pluvial da laje, com altura equivalente à da lâmina de água, conforme o volume da reserva de água desejada;



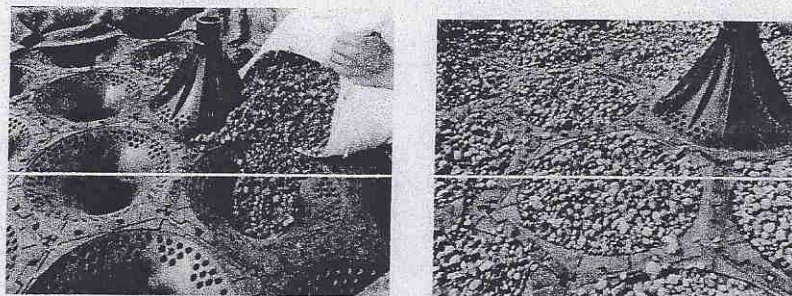
3º passo: Colocação dos módulos Ecodreno® lado a lado, com o lado maior, ou seja, o diâmetro maior virado para cima. Os módulos Ecodreno® deverão ser ligados entre si através de suas presilhas macho/fêmea da borda, formando um piso elevado. No perímetro onde está sendo colocado o Ecodreno® deve ter uma parede com altura mínima de 22cm para que possa ser feito o travamento do sistema. Os módulos devem ficar travados junto às paredes do perímetro e para isto podem ser recortados junto às paredes, se assim for necessário;



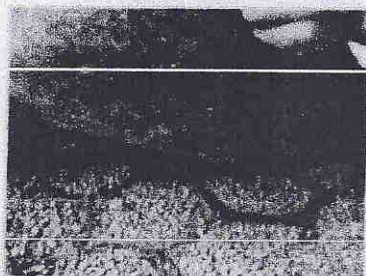
4º passo: Ao colocar os módulos Ecodreno®, deve-se providenciar uma abertura sobre cada "ladrão" de dreno. Utilizando uma serra pode-se abrir nos módulos uma visita.



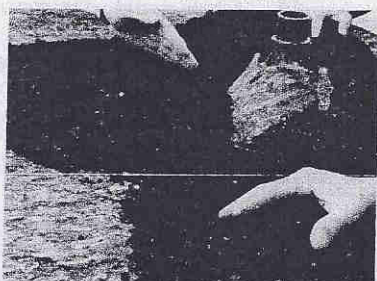
5º passo: Colocação de argila expandida dentro do módulo Ecodreno®;



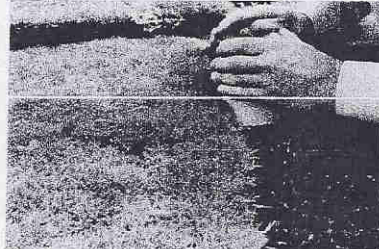
6º passo: Colocação da membrana de retenção por sobre módulo Ecodreno® com argila expandida;



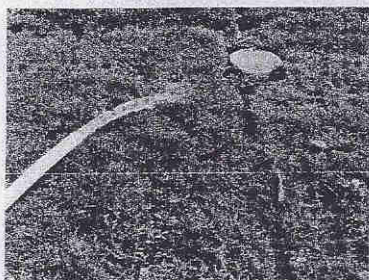
7º passo: Colocação de substrato leve Ecotelhado® com espessura que pode ser de 4 cm.



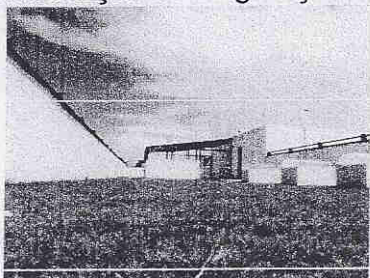
8º passo: Colocação das plantas.



9º passo: Irrigar diariamente até que a vegetação se adapte ao seu novo habitat.



10º passo: Observar se o reservatório está completo, pois ajudará na implementação da vegetação e diminuirá o tempo de irrigação.



Cuidados na Montagem:

Em todo o perímetro deve ter uma viga invertida ou parede impermeabilizada, de forma que permita o armazenamento de água abaixo do Sistema Ecodreno®;

Os ralos para a água pluvial devem ter o mesmo dimensionamento de laje sem o Ecotelhado®.

O prolongador dos ralos pluviais devem se sobressair à superfície da laje na altura desejada para que seja criado o reservatório de água abaixo do Sistema Laminar Ecodreno®;

Os módulos Ecodreno® devem ter acabamento junto à parede ou vigas laterais no perímetro, para que o sistema fique travado.

Cuidados após a instalação:

Irrigar diariamente a vegetação, para que a mesma se adapte ao seu novo habitat.

Observação Importante:

É importante ter em mente que as plantas são seres vivos que necessitam de sol (para alguns tipos), ar e água (para todos os tipos). Desta forma quanto mais

solar, o calor passa das aletas para os tubos, ou seja, a serpentina, ai a água que esta dentro da serpentina esquenta e vai direto para o reservatório.

- Sistema auxiliar:

Para nunca faltar agua quente, todo aquecedor solar tem um sistema auxiliar. Quando o tempo fica nublado ou chuvoso por vários dias, este sistema auxiliar elétrico ou á gás entra em ação, ou a pessoa usa o chuveiro elétrico sem complicações, mas o melhor mesmo é que com o sol do Brasil, este auxilio é acionado poucos dias por ano. - *Depende a região do país*

- **Aquecedor a gás:**

Será utilizado um aquecedor como este, para suprir as necessidades dos moradores, pois com o uso do aquecedor a gás, reduzira em até 50% o consumo de energia elétrica. *o gás não é uma fonte de energia renovável*

MODELO	REU-KM 3237 FFUD-E	
Tipo de Gás	Gás Natural	GLP
Pressão de gás na entrada do aquecedor (estática e dinâmica)	200 mm.c.a	280 mm.c.a
Vazão aproximada de água com elevação de temperatura à Δt 20°C (com misturador)	42,5 l/min	42,5 l/min
Rendimento	96,9 %	97,0 %
Consumo Máximo de Gás	5,50 m ³ /h	4,43 Kg/h
Consumo Elétrico Stand-by	8 W	
Consumo Elétrico Máximo	99 w	99 w
Dimensões A x L x E	654 x 470 x 256,9	
Peso	31 kg	31 kg
Potência Nominal	60,9 kW/h	61 kW/h
	52.374 kcal/h	52.496 kcal/h
Tensão Elétrica (AC)	127 V ou 220 V	
Vazão mínima de água p/ funcionamento	2,5 l/min	2,5 l/min
Pressão mínima de água p/ funcionamento	1 m.c.a	
Pressão ideal de Água p/ funcionamento	10 m.c.a a 40 m.c.a	
Diâmetro da chaminé	80 mm (saída gás queimado)	
	127 mm (entrada ar)	

- **Vidros duplos em todos os pontos da casa:**

Conforto Termo acústico

Os vidros duplos são chamados de vidros termo acústicos, pois dependendo da sua composição, podem oferecer isolamento térmico, e também o isolamento acústico.

O isolamento térmico é obtido através da câmara de ar que serve como isolante para a passagem de calor do vidro externo para o interior do ambiente. Para melhorar o desempenho térmico pode-se utilizar um vidro refletivo. É recomendado que o espaço entre as duas chapas de vidro seja igual ou superior de 10 mm, o ar entre os dois vidros precisam desse espaço para poder circular e assim oferecer o isolamento térmico.

Com relação ao isolamento acústico, o desempenho pode ser melhorado utilizando vidros mais espessos e laminados. É indicado usar vidros de diferentes massas, ou seja, com espessuras diferentes, pois isto auxilia na quebra da onda sonora, durante a passagem dos diferentes meios.

Economia de Energia:

Vidro Duplo: Racionalização no Gasto de Energia.

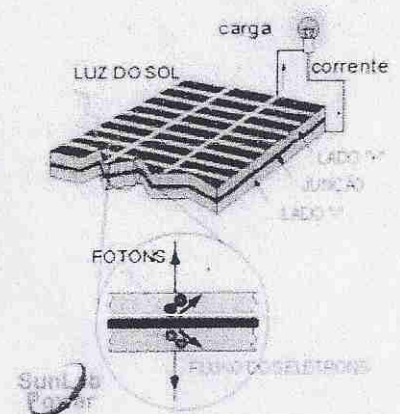
O vidro duplo possui propriedades termo acústico por ser composto por duas ou mais chapas de vidros laminados, temperados, refletivos ou float comum.

Pode ser instalado em qualquer ambiente como: janelas, fachadas, portas e coberturas.

A aplicação do vidro duplo é indicada para áreas controladas, ou seja, em ambientes que utilizam ar condicionado e/ou calefação.

• Painéis Solares Fotovoltaicos:

Que são dispositivos utilizados para converter a energia da luz do Sol em energia elétrica. Os painéis solares fotovoltaicos são compostos por células solares, assim designadas já que captam, em geral, a luz do Sol. Estas células são, por vezes, e com maior propriedade, chamadas de células fotovoltaicas, ou seja, criam uma diferença de potencial elétrico por ação da luz (seja do Sol ou da sua casa.). As células solares contam com o efeito fotovoltaico para absorver a energia do sol e fazem a corrente elétrica fluir entre duas camadas com cargas opostas.



Atualmente, os custos associados aos painéis solares, que são muito caros, tornam esta opção ainda pouco eficiente e rentável. O aumento do custo dos combustíveis fósseis, e a experiência adquirida na produção de célula solares, que

Quem sabe não use um painel solar mais barato

tem vindo a reduzir o custo das mesmas, indica que este tipo de energia será tendencialmente mais utilizado.

Por não gerar nenhum tipo de resíduo, a célula fotovoltaica solar é considerada uma forma de produção de energia limpa.

Potência Máxima: 210 Watts

Máxima Voltagem do Sistema: 600V

Voltagem de Máxima Potência: 26,6 Volts

Corrente de Máxima Potência: 7,90 A

Voltagem de Circuito Aberto: 33,2 Volts

Corrente de Curto-Circuito: 8,58 A

Eficiência: aprox. 16% *→ mequnia*

Altura: 1500 mm *banot?*

Largura: 990 mm

Espessura: 36mm

Peso: 18,5 Kg

Referência

Cronograma:**- Alicerce (quantidade em lineares do alicerce):**

Comprimento	100,00 metros
Largura	0,30 metros
Profundidade	0,40 metros

Totais de Materiais:

Material	Unidade	Quantidade	R\$ Unitário	R\$ Total
Cimento	Saco	42,00 sacos	R\$ 57,00	R\$ 2.394,00
Pedra Preta	m ³	9,12 m ³	R\$ 36,00	R\$ 328,32
Areia sem Liga	m ³	3,12 m ³	R\$ 44,00	R\$ 137,28
			Subtotal	R\$ 2.859,60

Totais de Mão de Obra:

Mão de Obra	Unidade	Quantidade	R\$ Unitário	R\$ Total
Servente	hora	108,00 horas	R\$ 4,00	R\$ 432,00
Pedreiro	hora	72,00 horas	R\$ 6,20	R\$ 446,40
			Subtotal	R\$ 878,40
			VALOR TOTAL	R\$ 3.738,00

- Paredes:

Material	Unidade	Quantidade	R\$ Unitário	R\$ Total
Cimento	Saco	72,68 sacos	R\$ 57,00	R\$ 4.142,47
Areia com liga	m ³	29,07 m ³	R\$ 44,00	R\$ 1.279,08
Tijolo Ecológico	milheiro	24	R\$ 425,00	R\$ 10.200,00
			Subtotal	R\$ 15.621,55

Totais de Mão de Obra:

Mão de Obra	Unidade	Quantidade	R\$ Unitário	R\$ Total
Servente	hora	484,50 horas	R\$ 4,00	R\$ 1.938,00
Pedreiro	hora	484,50 horas	R\$ 6,20	R\$ 3.003,90
			Subtotal	R\$ 878,40
			VALOR TOTAL	R\$ 23.423,05

- Reboco:

Material	Unidade	Quantidade	R\$ Unitário	R\$ Total
Cimento	Saco	53,30 sacos	R\$ 57,00	R\$ 3.037,82
Areia com liga	m ³	29,07 m ³	R\$ 44,00	R\$ 1.279,08
			Subtotal	R\$ 4.316,90

Totais de Mão de Obra:

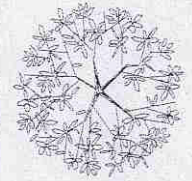
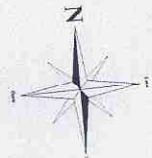
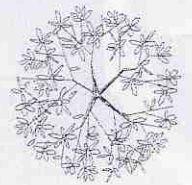
Mão de Obra	Unidade	Quantidade	R\$ Unitário	R\$ Total
Servente	hora	421,52 horas	R\$ 4,00	R\$ 1.686,06
Pedreiro	hora	421,52 horas	R\$ 6,20	R\$ 2.613,39
			Subtotal	R\$ 4.298,45
			VALOR TOTAL	R\$ 8.615,35

Demais itens:	
Celas Fotovoltaicas	R\$ 19.200,00
Piscina 5m x 9m x 1,4m	R\$ 14.500,00
Telhado Verde no 2º piso	R\$ 1.825,00
Telhado Verde na cobertura	R\$ 3.825,00
Piso Radiante	R\$ 2.900,00
Vidros Duplos	R\$ 4.500,00
Portas Internas	R\$ 1.800,00
Portas Externas	R\$ 2.250,00
Aquecedor a gás	R\$ 3.400,00
Parte Hidráulica Simples	R\$ 4.300,00
Parte Hidráulica Cobre	R\$ 6.250,00
Reservatórios de Água	R\$ 3.250,00
Total: R\$ 63.500,00	

Somando um total de R\$ 1.389.869,60 com a construção das 14 casas

Auto avaliação individual: Por fazer uma casa autossustentável utilizando meios viáveis e de fácil acesso, por englobar física em todos os ambientes da casa, por conseguir montar uma planta baixa da casa, e pelo principal motivo, entender onde que a termodinâmica, óptica e muito mais sobre a matéria Física II estão presentes em nosso dia a dia.

Não existe como julgar a si próprio, sem dar uma nota máxima, pois tudo o que fizemos para conseguir um bom trabalho, desde ligar para empresas para ver se possamos utilizar o nome delas em nosso trabalho, até desenhar uma planta baixa residencial para melhor compreensão da física e explicar aos demais colegas tudo o que aprendemos sobre a física neste semestre. Atribuir uma nota, julgando todos os critérios propostos pelo professor, de "fora" é mais fácil do que se auto avaliar, pois no trabalho, nem sempre é feito o que é esperado pelo professor.



13,31

1,50x1,10 P/1,10

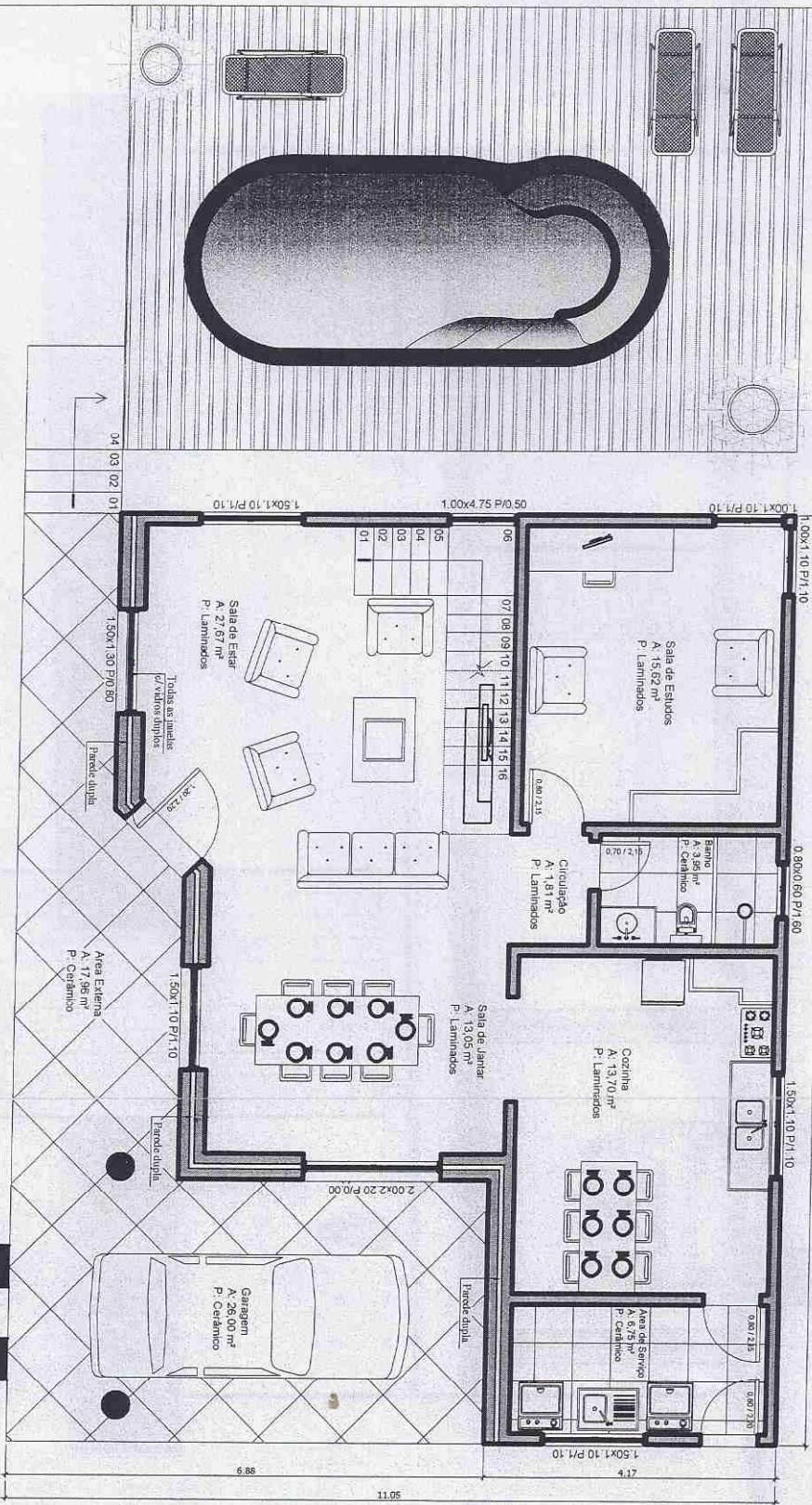
0,80x2,15

0,80x2,15

1,50x1,10 P/1,10

1,50x1,10 P/1,10

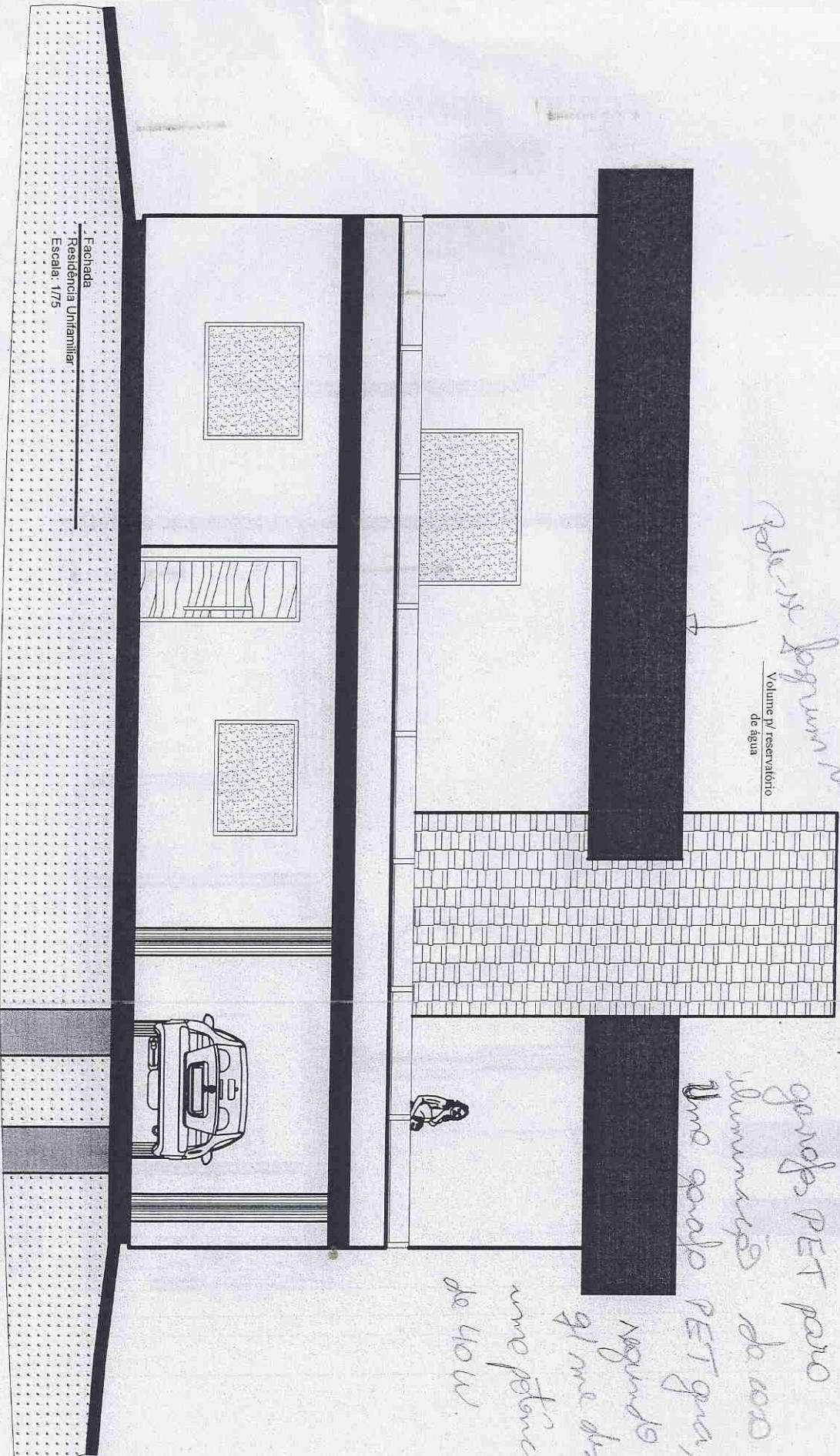
1,50x1,10 P/1,10



Planta Baixanteior
 Residência Unifamiliar
 Área: 147,07 m²
 Escala: 1/100

*Verificar abascom as paredes duplas
 de lado norte, para garantir a
 privacidade para o Rio Grande do Sul?*

como fazer proteção para o Rio Grande do Sul?

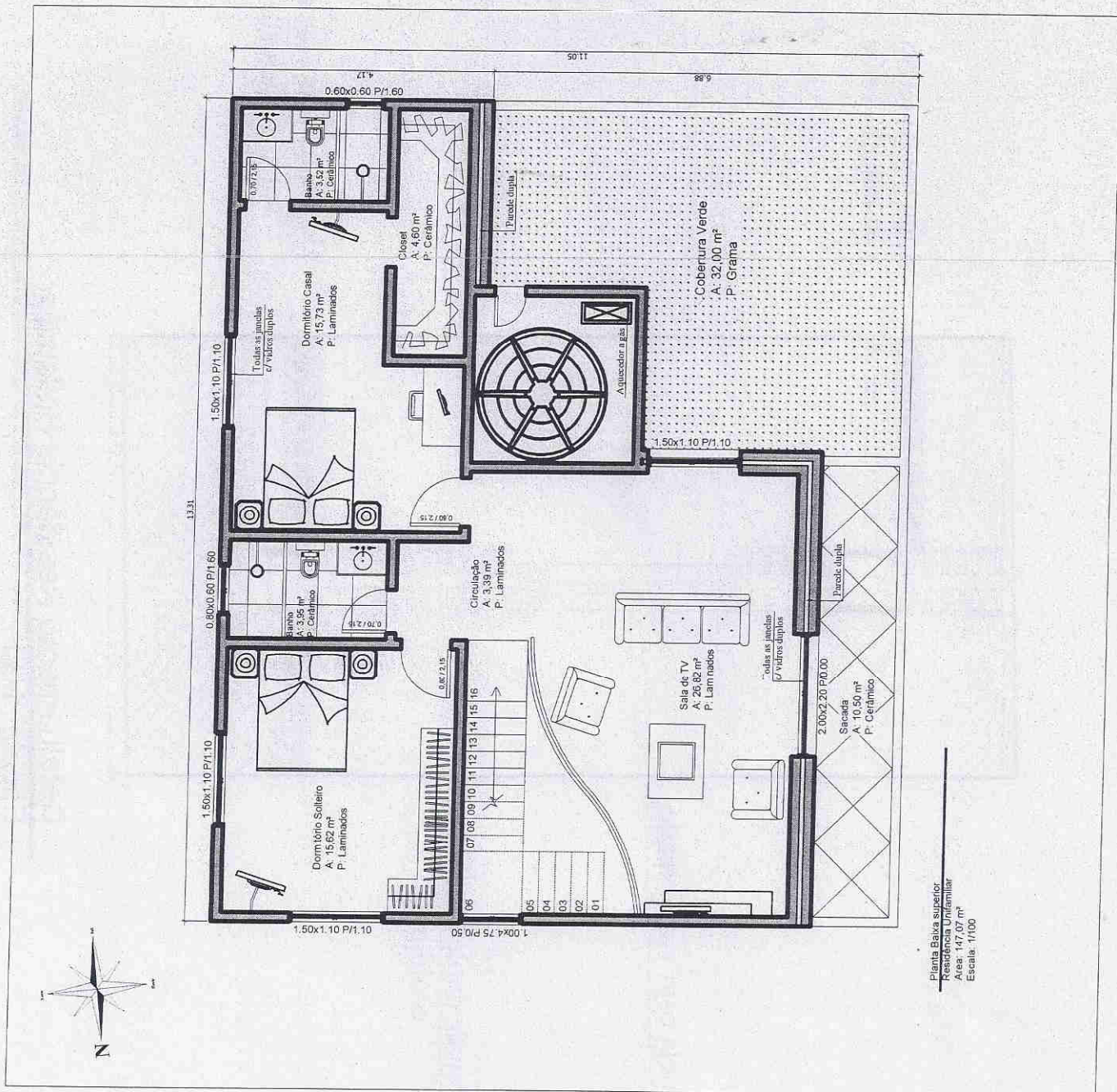


pedestal de granito con los compres dujos de adobe e grupos PET para iluminacion de 1000 W

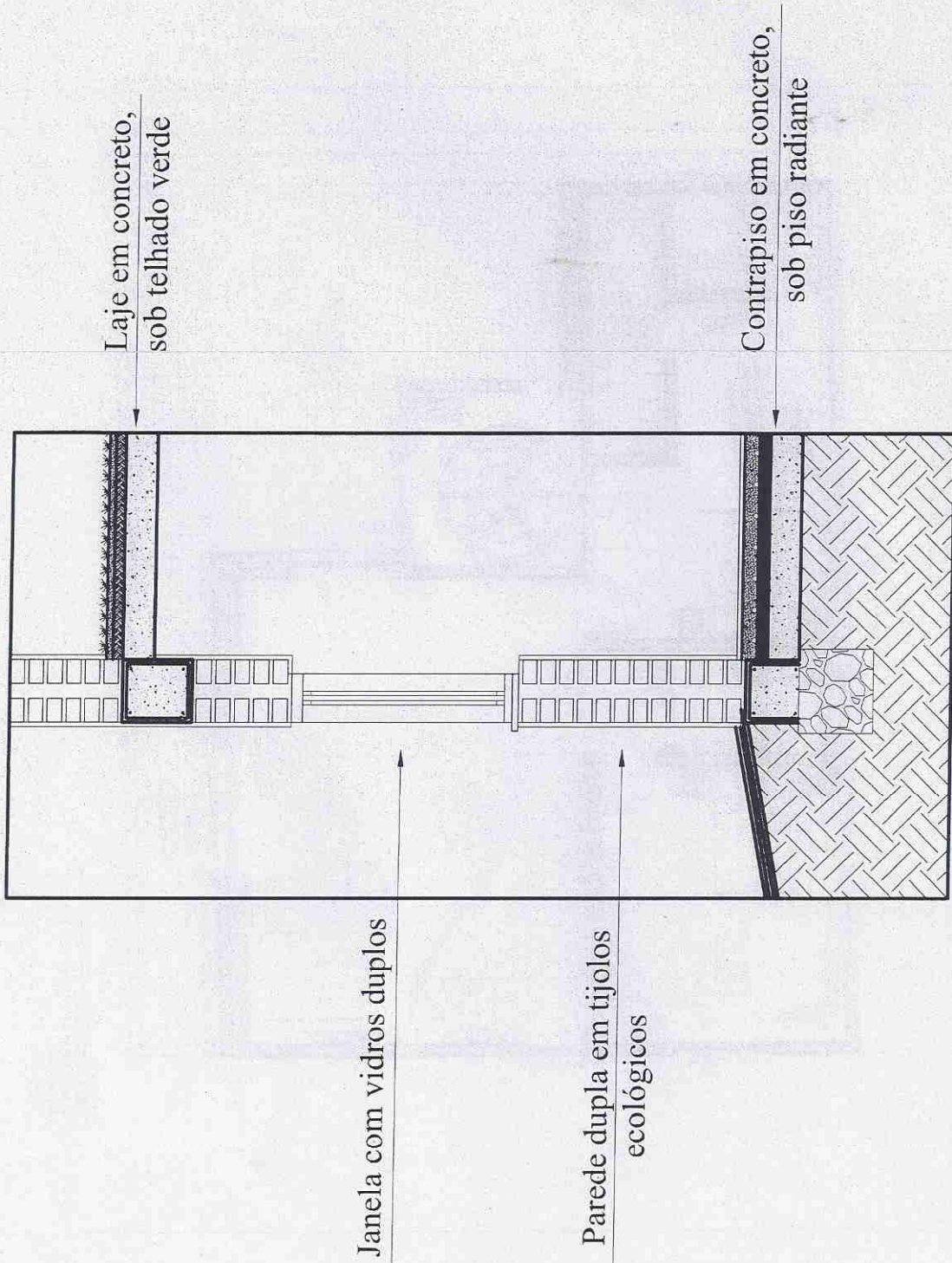
Volume y reservatorio de agua

un grupo PET para iluminacion de 400 W. una placa PET para iluminacion de 400 W.

Fachada
Residencia Unitamiliar
Escala: 1/75



Planta Baixa superior
Residência Unifamiliar
Área: 147,07 m²
Escala: 1/100



Detalhamento Residência Unifamiliar

Escala: 1/30

9.5 Anexo 5: contrato do aluno 24

Roteiro de trabalho:

Construir um condomínio ecologicamente correto, com o objetivo principal, fazer com que ele seja autossustentável. Não utilize energia elétrica em vão, com aquecimento da água para o banho, não gaste energia em vão para deixar o ambiente interno em boa temperatura, utilizar cisterna para armazenamento de água da chuva, servindo para alimentar a piscina e a parte interna da casa, como lavanderia e sanitários.

Fazendo assim, com que as pessoas se conscientizem cada vez mais com o termo autossustentável, pois, com um futuro próximo, tudo derivará da auto sustentabilidade, como uma fonte segura e de grande porte, como a energia solar e a energia eólica.

E como a cidade se encontra no estado do Pará, e fazendo divisa com o Maranhão, seria muito quente durante os meses de verão, por isto resolvemos amenizar a sensação térmica de dentro das casas, criando uma casa que suporte variação de temperatura e que leve para seus compradores, alto custo x benefício. A casa será de um custo mais elevado, porém ela se “pagará” mais rápido do que se pensa, pois não haverá necessidade do uso de ar condicionado, nem de calefação, pois ela própria fará esta troca de calor, tudo automatizado.

Quando chega o verão, chega ser insuportável e desagradável ficar em casa, mas com esta moderna será melhor ficar em casa, do que na rua. Pois ela vem equipada com paredes duplas, que dificulta a passagem do calor, pois o calor que passa pela primeira camada de tijolo tem de passar por uma pequena camada de ar e depois tem de passar novamente para a outra camada de tijolo. Também conta com vidros duplos em todos os pontos da casa, melhorando as condições térmicas e acústicas, o vidro constituirá em duas camadas de vidro, de espessuras diferentes pois dificultará a passagem do som e por sua vez dificultará também, a troca de calor entre os ambientes, internos e externos, sendo o vidro que ficará do lado de fora será auto refletivo, que reduz até 80% da passagem de calor por radiação solar, e no vidro de dentro, um vidro temperado, que ajudará também na estética da casa, e poderá conter mais janelas e portas de vidro, ajudando na iluminação interna da casa, reduzindo o uso de lâmpadas para iluminar os ambientes. Telhado verde ajuda

a deixar o segundo piso mais fresco também, pois por ter varias camadas e uma dessas camadas ser verde(vegetação) e uma camada espessa de concreto impermeabilizado, logo abaixo, diminuindo assim, a passagem de calor entre os ambientes.

9.6 Anexo 6: projeto dos alunos A39 e A9



UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL

Curso de Engenharia de Produção

Projeto residencial autossustentável baseado em conceitos físicos



4,0

- Vários equívocos nos cálculos
- Não há muitas obras
- Ideia interessante

Santa Cruz do Sul

2012

Introdução:

Este estudo tem por finalidade exemplificar de forma clara e facilmente inteligível o propósito da física aplicada sob o tema terminologia e suas aplicações.

Tendo em vista a necessidade de tornar a interpretação do conteúdo simples e eficiente, tomamo-nos como exemplo a construção de um prédio residencial do tipo classe “B” utilizando-se de tecnologias aplicadas ao melhor convívio ambiental e mensurando seu custo-benefício em valores reais e de fácil compreensão.

As tecnologias empregadas nesse estudo, bem como seus materiais de construção foram, em suma, estudadas com afincamento tanto no campo literário como em pesquisas a campo. Neste último inclui-se pesquisa de mercado e fornecedores reais que se adequaram às necessidades do projeto.

Dessa forma, foi possível aliar a sustentabilidade ao conforto e à economia financeira, visto que os produtos utilizados na construção das casas têm seus valores compensados, pela diminuição do valor gasto, depois de sua implantação.

Objetivos:

- Aplicar as leis da termodinâmica de forma inteligível e de fácil compreensão, aliada a um custo relativamente acessível em que o sistema e suas melhorias sejam pagos em um curto espaço de tempo;
- Aprender quais conceitos físicos podem ser utilizados na construção de residências sem prejudicar o meio ambiente;
- Descobrir a composição dos materiais que sejam favoráveis à diminuição de custos.

Desenvolvimento:**Discriminação do projeto residencial**

Planta baixa medindo 56m² (7X8m).

Metragem específica das paredes do imóvel: 2,45 X 8,0 X 7,0 m. Total de área 73,5m².

Paredes triplas contendo em seu exterior placas pré-moldadas de concreto leve (d=1700Kg/m³, K= 0,8 w/mk, L=0,05m). *maneira*

Entre placas com espuma de poliuretano (d=30Kg/m³, K=0,02w/mk, L= 0,05m).

Revestimento interno de concreto de isolamento utilizado comumente em construção civil (d=400Kg/m³,K=0,12w/mk, L=0,03m).

Espera-se uma temperatura interna de 24°C enquanto a temperatura externa média da região gira em torno de 34°C.

Cálculo de fluxo térmico:

A=73,5m²(somatório das paredes desconsiderando as aberturas).

Concreto leve L1=0,05m, K=0,8

Poliuretano K=0,02, L= 0,05m.

Concreto de isolamento K=0,12, L=0,03m

24°C=297K

34°C=307K

$\Phi = KA\Delta T/L$

$\Phi = 0,28 \text{ w/mk} \times 73,5 \text{ m}^2 \times 10 \text{ K} / (L1/K1 + L2/K2 + L3/K3)$

$\Phi = 0,28 \text{ w/mk} \times 73,5 \text{ m}^2 \times 10 \text{ K} / 2,8125 \text{ wk} = 73,27 \text{ cal/m}^2 \text{ k}$

$\Phi =$ Multiplicando pela área total = 5385 cal/h

Considerando o tempo estimado em que a temperatura sairá dos 24°C e chegará a 34°C durante o dia como sendo das 9 horas da manhã até as 17 horas tem-se:

$\Phi = Q/t \rightarrow 5385 \text{ cal/h} / 8 \text{ horas} = 673 \text{ cal}$

o bom chegar nesse valor

Revisar dados

205,8

Você transformaram w em cal/h
 Não transformaram
 então há problemas com

as unidades de medida.

198h

Transformando calorias em BTUs

Ar condicionado de 18000BTU's/h → 1260cal/h

1260 → 100%

673 → x

X = 53%

Economia de 47% no uso de ar condicionado

1BTU/s = 1055j/s = W = 0,252Kcal/s = 1,055KW

1kw/h → 3413BTU

Relação com ar condicionado de 18000BTU's

18000BTU/h = 5,27kw/h vezes o valor do KW/h-mês residencial = R\$0,35 = R\$1,84p/h
(baixa renda- fonte AES Sul).

Estipulando uma utilização de oito horas diárias do aparelho 8horas X 30 dias =
240horas X KW/h-mês residencial = R\$441,00.

Gasto em um ano = 441 X 12 = R\$ 5299,00

Retirando os 47% da isolação térmica se obtém 5299-47% = R\$2809,00p/ano de gasto de energia.

Economia de R\$2490,00

Custo da Implementação

Poliuretano: 1m³ = 30kg = R\$22,00/kg

73,5m² X largura(0,05m) = 3,68m³ = 110,4kg = R\$2428,00.

Mão de obra: R\$2000,00

Desconsiderando os custos de construção geral, e tomando como base somente o custo do isolamento térmico versus economia de energia de refrigeração paga-se o investimento em menos de dois anos.

*de onde veio esse
nab?*

mostrar com o encontraram

*20g/h
110*

ook

mostrar isso

Demais custos da obra foram desconsiderados pelo fato da necessidade apenas de se cobrir o custo de implementação do isolamento. A construção em si da obra é inerente ao empreendimento.

Isolamento da parte superior do prédio

Emissividade da manta de alumínio

Emissividade do alumínio polido segundo tabela=0,05

$P_{abs} = A \times C \times T$ (temperatura ambiente)

$P_{abs} = 75,2 \times 0,05 \times 307 = 1154 \text{ w/m}^2\text{k}$

$1 \text{ w} = 0,860 \text{ cal/h}$

Total de $992 \text{ cal m}^2\text{k}$

$1 \text{ w} = 0,860 \text{ cal/h}$ *valor 4,183*

$$1 \text{ w} = 4,18$$

$$1 \text{ w} = \frac{1 \text{ J}}{\text{s}}$$

Camada superior em manta de alumínio, que reflete até 95% dos raios solares reduzindo a temperatura interna em até 9,6°C, segundo fornecedor. Segundo o fornecedor Termosul. É possível se ter uma redução de temperatura interna de um ambiente em até 9,5°C com isolamento do telhado com lã de rocha.

Fazendo o cálculo:

Lã de rocha.

$A = 75 \text{ m}^2$

$K = 0,04 \text{ w/mk}$

$L = 0,05 \text{ m}$

$T_{\text{quente}} = 307 \text{ k}$

$T_{\text{fria}} = 297 \text{ k}$

$\Phi = 75 \times 0,04 \times 10 / 0,05 = 600 \text{ w}$

$1 \text{ w} = 0,860 \text{ kcal/h}$

$600 \text{ w} \times 0,860 \text{ kcal/h} = 516 \text{ kcal/h}$

$$\Phi = \frac{K A \Delta T}{L}$$

$$\Delta w = \frac{1 \text{ w}}{\text{s}} = \frac{4,18 \text{ cal}}{2,7 \times 10^{-4} \text{ h}} = 1,55 \times 10^4$$

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

$$\times - 1 \text{ s}$$

Supondo-se que seja refletido 95% com a instalação da manta de alumínio, segundo fornecedor, faz-se desnecessário a utilização de ar condicionado para climatizar o ambiente tendo como referencia o teto da residência.

Isso faz desnecessário o uso do ar condicionado?

Custo de implantação

Metro quadrado da manta de lã de rocha em torno de R\$70,00.

Cobertura total do imóvel = $75,2\text{m}^2 \times \text{R}\$70,00 = \text{R}\$5264,00$

Mão de obra: R\$3100,00

Tempo total de pagamento da implementação.

Paredes mais o teto, R\$12792,00.

Com economia de ar condicionado paga-se o empreendimento em 5 anos. *mostrar*

Para aquecimento do ambiente:

Sistema de aquecimento do piso cerâmico com sistema de resistência elétrica alimentada por placa solar.

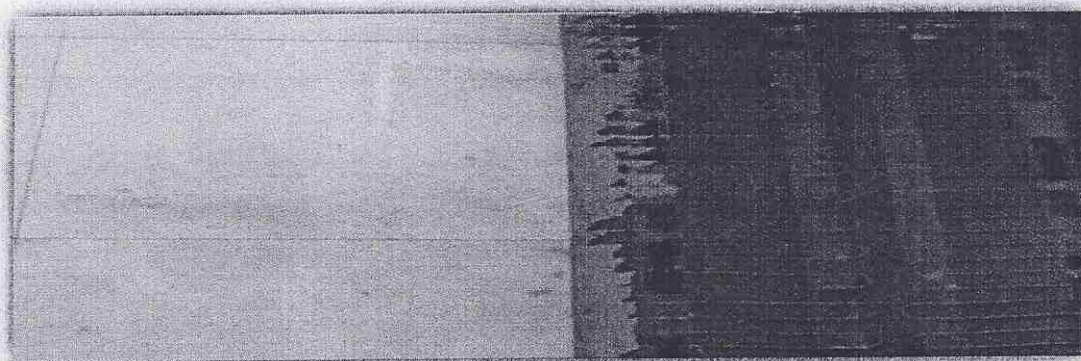


Imagem 1: piso cerâmico com sistema de resistência elétrica alimentada por placa solar

Aquece o ambiente por convecção. Alimentado por um painel solar LG 130 w, aquecendo em torno de 6°C em uma hora.

Sendo uma região com inverno pouco rigoroso traz uma temperatura agradável ao transitar pelo ambiente. (custo do painel R\$730,00, custo do metro quadrado do sistema no piso $\text{R}\$240 \times 56\text{m}^2 = \text{R}\$13440,00$).

Custo total R\$14170,00

Mão de obra desconsiderada por haver necessidade de construir piso na residência com ou sem sistema de aquecimento.

Custo de implementação pago em 34,14 anos tomando como base a utilização de ar condicionado seis horas por dia em três meses (tempo estimado de duração do inverno).

Pagamento do empreendimento desconsiderado pela alta valorização do imóvel com tal sistema.

Boiler para aquecimento de água:

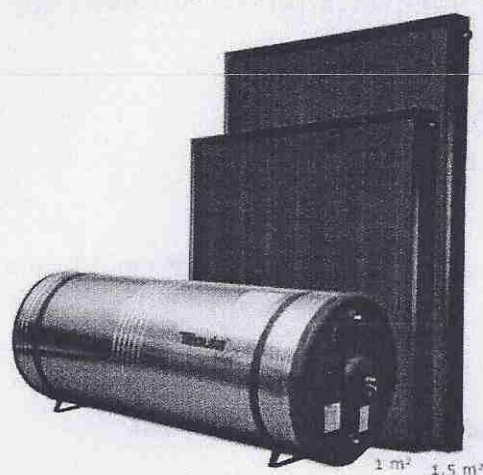


Imagem 2: boiler para aquecimento de água

Custo: R\$1600 com capacidade de 220l

Sistema autossustentável sem utilização de energia elétrica

A pressão exercida pela água, em uma caixa d'água de 500 litros cujo diâmetro da base é de 0,95 metros é de:

$$P = F/A \Rightarrow m \cdot g / A \Rightarrow 500 \cdot 9,8 / \left(\frac{0,95^2}{4}\right) \Rightarrow 6.9114 \text{ Pa. } \text{---} \text{ook}$$

Iluminação residencial por led

1ª Hipótese: Casa com lâmpadas incandescentes

Investimento inicial em lâmpadas: R\$ 36,00. Potência média de consumo das lâmpadas: 60 w

Consumo de energia: 6.480 kWh no período de 5 anos.

Lâmpadas substituídas no período: 110

Gasto com energia: R\$ 2.628,00

Gasto com lâmpadas: R\$ 195,00

Como degoram, não se tiraram de algum lugar para ser colocadas referências

TOTAL: R\$ 2.823,00

2ª Hipótese: Casa com lâmpadas fluorescentes compactas

Investimento inicial em lâmpadas: R\$ 200,00

+ R\$500,00 (em reatores eletrônicos)

Potência média de consumo das lâmpadas: 18 w

Consumo de energia: 1.944 kWh no período de 5 anos

Lâmpadas substituídas no período: 14

Gasto com energia: R\$ 778,

Gasto com lâmpadas: R\$ 140,00

TOTAL: R\$ 918,00

As fluorescentes compactas são mais caras, mas rapidamente se pagam com a economia de energia elétrica.

3ª Hipótese: Casa com iluminação tubular a led.

Investimento inicial em lâmpadas: R\$ 1.500,00

Potência média de consumo das lâmpadas a led: 8 W (luminosidade equivalente a lâmpada de 60w)

Consumo de energia: 1.080 kW no período de 5 anos

Lâmpadas substituídas no período: zero

Gasto com energia: R\$ 345,00

Custo total da residência

Custo normal de construção: R\$ 50000,00

Isolamento térmico: R\$12792,00

Aquecimento do ambiente: R\$14170,00

Iluminação: R\$1600,00

Total: R\$78562, 00

Por fim, ao utilizar todos os cálculos e exemplos, tem-se na, imagem 3, a demonstração de como são as casas desse empreendimento.

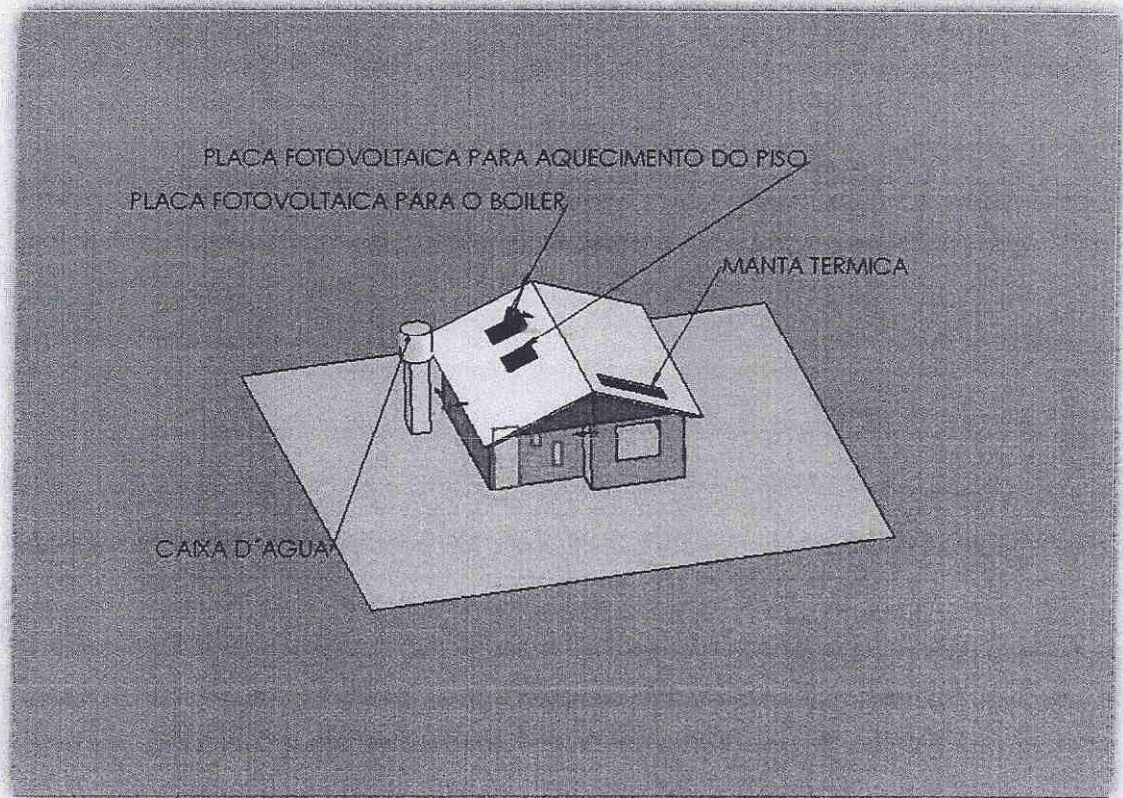


Imagem 3: Representação da residência.

Conclusão:

Conclui-se que é possível realizar um empreendimento que combine a sustentabilidade e pouco gasto.

Os conceitos vistos em Física 1 e 2 podem ser utilizados para realizar, de forma adequada, as casas, baseando-se em características dos materiais, como durabilidade, gasto de energia, necessidade de troca em determinado período, potência, custo, disponibilidade.

Por isso, é necessário ter conhecimento destes conceitos e realizar buscas literárias para aperfeiçoar e tornar acessível tais funções para toda a população.

Dessa maneira, a natureza será preservada e a população poderá viver melhor, sem tanta poluição.

Referências:

Protolab. Laboratório de Propriedades Termofísicas e Prototipação. Disponível em: <<http://www.protolab.com.br>>. Acesso em 20 de novembro de 2012.

SENAI-RS. Informações Técnicas-Mecânica. 1991.

Met@lica. Construção sustentável. Disponível em: <<http://www.metlica.com.br/>>. Acesso em 20 de novembro de 2012.

Termosul. Disponível em: <www.termosul.ind.br>. Acesso em 21 de novembro de 2012.

Hotfloor. Disponível em: <<http://www.hotfloor.com.br/>>. Acesso em 22 de novembro de 2012.

Tegula. Disponível em: <<http://www.tegula.com.br>>. Acesso em 22 de novembro de 2012.

9.7 Anexo 7: contrato dos alunos A39 e A9

Professora: Mara Fernanda Parisoto;
Disciplina: Física II;
Curso: Engenharia de Produção.

DADOS GERAIS

Nome da dupla:



Quais são seus interesses ao fazer a disciplina de Física II?

Compreender de maneira clara, baseado em análises científicas o vasto mundo da terminologia e termodinâmica. Para esse fim, utilizar-se de metodologia cientificamente comprovada baseada em observações e cálculos dinâmicos que viabilizam o estudo, compreensão e atestamento da veracidade dos fatos científicos no que tange a termodinâmica.

Além disso, verificar como os conceitos aprendidos podem ser utilizados para proteger e cuidar para que o meio ambiente não seja prejudicado pela tentativa de desenvolvimento a qualquer custo.

Como vão fazer para realizar seus objetivos ao cursar a disciplina de Física II?

Baseando-se em estudos científicos iremos a campo, tanto em pesquisas literárias como em medições físicas reais aplicando e esmiuçando conceitos pré-estabelecidos para atestar sua real eficiência e veracidade.

ROTEIRO TRABALHO

Objetivo:

Aplicar as leis da termodinâmica de forma inteligível e de fácil compreensão aliada a um custo relativamente acessível em que o sistema e suas melhorias se paguem em um curto espaço de tempo. Dessa forma, tanto o meio ambiente quanto toda a sociedade serão beneficiados, já que o progresso e a sustentabilidade serão alcançados.

O que vão fazer:

Desenvolver uma residência que atenda as necessidades físicas humanas aplicando às leis da termodinâmica em que o sistema esteja interligado com a realidade intrínseca tanto da região e ambiente ao qual será construído o imóvel como as necessidades básicas da população que usará o empreendimento.

[MF1] Comentário: Ver correções no trabalho escrito. Muito bom o roteiro de vocês.

Como vão fazer:

Pesquisar materiais térmicos e antitérmicos que possam ser utilizados na estruturação física do imóvel adequado as características da região em que será construído.

Fazer cálculos de eficiência energética e viabilidade dos materiais e sistemas que serão incorporados ao empreendimento expondo o custo-benefício fundamentado em relações numéricas tal que seja viável economicamente e eficiente no que diz respeito à interação homem-ambiente.

[MF2] Comentário: Como será a apresentação?

[MF3] Comentário: Ver da possibilidade de também usar conceitos de ótica geométrica (imagens em lentes e espelhos) na casa de vocês.

Cronograma:

*13/10/2012

_____ : pesquisa de materiais térmicos que serão utilizados nas paredes e piso do empreendimento. Pesquisa de preços reais e propriedades térmicas dos materiais. Cálculo de condutividade térmica e quantidade de calor que o ambiente irá trocar com a área externa do empreendimento de acordo com as características físicas intrínsecas da região.

_____ : Quantificar os valores gerados e transformá-los em BTUs para justificar o investimento com ganho em economia de energia.

*20/10/2012

_____ : pesquisar fornecedores de boilers, bem como custos de instalação e manutenção e ganho em energia térmica nos ambientes em que será instalado.

_____ Dimensionar a tubulação utilizada e calcular a quantidade de energia dissipada ao ambiente pelo sistema.

*10/11/2012

_____ : pesquisar cobertura refletiva e suas propriedades físicas.

_____ : calcular a quantidade de irradiação refletida pelo sistema.

*17/11/2012

_____ calcular altura versus pressão do sistema de caixa d'água e dimensionamento da tubulação.

*24/11/2012

Montar apresentação e imprimir o trabalho.

[MF4] Comentário: O que é isto?

Professora: Mara Fernanda Parisoto;
Disciplina: Física II;
Curso: Engenharia de Produção.

DADOS GERAIS

Nome da dupla:



[MF1] Comentário: possibilidade de realização da proposta, organização, divisão de tarefas, relação com o problema, quantidade de situações que abarça na cidade, como resolver tais situações, relações com a terminologia.
Nota: 5

Quais são seus interesses ao fazer a disciplina de Física II?

Compreender de maneira clara, baseado em análises científicas o vasto mundo da terminologia e termodinâmica. Para esse fim, utilizar-se de metodologia cientificamente comprovada baseada em observações e cálculos dinâmicos que viabilizam o estudo, compreensão e atestamento da veracidade dos fatos científicos no que tange a termodinâmica.

Além disso, verificar como os conceitos aprendidos podem ser utilizados para proteger e cuidar para que o meio ambiente não seja prejudicado pela tentativa de desenvolvimento a qualquer custo.

Como vão fazer para realizar seus objetivos ao cursar a disciplina de Física II?

Baseando-se em estudos científicos iremos a campo, tanto em pesquisas literárias como em medições físicas reais aplicando e esmiuçando conceitos pré-estabelecidos para atestar sua real eficiência e veracidade.

ROTEIRO TRABALHO

Objetivo:

Aplicar as leis da termodinâmica de forma inteligível e de fácil compreensão, aliada a um custo relativamente acessível em que o sistema e suas melhorias se paguem em um curto espaço de tempo. Dessa forma, tanto o meio ambiente quanto toda a sociedade serão beneficiados, já que o progresso e a sustentabilidade serão alcançados.

O que vão fazer:

Desenvolver uma residência que atenda as necessidades físicas humanas. Ademais, aplicar as leis da termodinâmica, com o objetivo de que o sistema esteja interligado à realidade intrínseca tanto da região e do ambiente, no qual será construído o imóvel, como às necessidades básicas da população que usará o empreendimento.

Concomitantemente, analisar custos e prever situações futuras que possam exigir mudanças na concepção do empreendimento para que a produção não seja dificultada. Assim, é preciso relacionar sustentabilidade à possibilidade de realização.

Para que tudo seja possível, utilizaremos conceitos físicos, como:

- Condução térmica;
- Irradiação;
- Convecção;
- Reflexão;
- Pressão;
- Calor específico;
- Calor latente;
- Calor sensível;
- Capacidade térmica;
- Potência.

Como vão fazer:

Pesquisar materiais térmicos e antitérmicos que possam ser utilizados na estruturação física do imóvel adequado as características da região em que será construído.

Fazer cálculos de eficiência energética e viabilidade dos materiais e sistemas que serão incorporados ao empreendimento expondo o custo-benefício fundamentado em relações numéricas tal que seja viável economicamente e eficiente no que diz respeito à interação homem-ambiente.

A energia utilizada será de uma fonte renovável. Para que isso seja possível, será realizado estudo para que as necessidades do mundo, em termos de preservação do meio ambiente, e as de produção e lucro sejam atingidas.

Cronograma:

*13/10/2012

pesquisa de materiais térmicos que serão utilizados nas paredes compostas. O trabalho estará focado em uma região de clima tropical e, portanto, com preponderância de altas temperaturas. Por isso, serão produzidas com material que dê resistência externa, como concreto armado, um isolante térmico intermediário e um interno de acabamento, que pode ser gesso ou outro que permita que os fins de amenizar a temperatura, trazer conforto e sustentabilidade sejam alcançados.

Pesquisa de preços reais e propriedades térmicas dos materiais. Cálculo de condutividade térmica e quantidade de calor que o ambiente irá trocar com a área externa do empreendimento de acordo com as características físicas intrínsecas da região.

Quantificar os valores gerados e transformá-los em BTUs para justificar o investimento com ganho em economia de energia.

*20/10/2012

pesquisar fornecedores de boilers (máquina térmica, que serve para o aquecimento da água), bem como custos de instalação e manutenção e ganho em energia térmica nos ambientes em que será instalado.

Dimensionar a tubulação utilizada e calcular a quantidade de energia dissipada ao ambiente pelo sistema.

*10/11/2012

pesquisar cobertura refletiva e suas propriedades físicas.
calcular a quantidade de irradiação refletida pelo sistema.

*17/11/2012

calcular altura versus pressão do sistema de caixa d'água e dimensionamento da tubulação.

*24/11/2012

Montar apresentação, em slides e imagens, com fotos e exemplos para explicar a parte relacionada ao estudo da Física e da sustentabilidade

Imprimir o trabalho.

9.8 Anexo 8: projeto dos alunos A50 e A51



UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL


CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL



CIDADE PLANEJADA AUTO-SUSTENTÁVEL

Santa Cruz do Sul

2012



CIDADE PLANEJADA AUTO-SUSTENTÁVEL

Trabalho de Física 2 que será apresentado à turma de Engenharia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul para avaliação da orientadora.

Orientador(a): Prof^a Mara Fernanda Parisoto

Santa Cruz do Sul

2012

SUMÁRIO

1	RESUMO.....	3
1.1	<i>Abstract</i>	3
2	INTRODUÇÃO.....	4
2.1	Cronograma.....	5
3	O USO DE VENTONHAS PARA POUPAR ENERGIA.....	6
4	CANOS PRETOS PARA POUPAR ÁGUA.....	6
5	TIJOLOS AUTO-SUSTENTÁVEIS.....	6
5.1	Cálculos.....	7
6	FERRAMENTAS DE APRESENTAÇÃO.....	7
7	AUTO-AVALIAÇÕES.....	8
7.1	Auto-avaliação/Ana.....	8
7.2	Auto-avaliação/Bruna.....	8
	REFERÊNCIAS.....	9

1 RESUMO

Neste trabalho, temos por finalidade criar uma cidade auto-sustentável, mas que seja confortável para toda população. Apresentando boas soluções para o controle da poluição, consumo de água e energia de uma cidade que se localiza no estado do Pará. Dividimos bem as tarefas, pegando os pontos fortes que cada uma tem. Ambas trabalharam na execução do projeto, sendo que Bruna cuidou mais da teoria e Ana da prática. Neste projeto mostraremos como dispensar o uso do ar-condicionado, substituindo-o por catavento e ventoinhas, assim, poupando energia. Mostraremos também como a radiação pode ser usada para lavar a louça poupando água. E por fim, nossa cidade conta com uma empresa que fabrica tijolos através da energia eólica e solar, usando também a óptica, onde faz diminuir a emissão de gás carbônico.

Palavras-chave: Catavento, energia, radiação, água, óptica.

1.1 Abstract

In this work, we intended to create a self-sustaining, but that is comfortable for the whole population. Featuring good solutions for pollution control, water consumption and energy of a city that is located in the state of Pará divide tasks well, taking the strengths that each has. Both worked in project execution, and Bruna cared more theory and practice of Ana. This project will show how to dispense with the use of air conditioning, replacing it with weathervane and fans, thus saving energy. We also show how radiation can be used to wash dishes saving water. And finally, our city has a company that manufactures bricks through wind and solar energy, also using the optical, where does decrease the emission of carbon dioxide.

Keywords: Catavento, energy, radiation, water, optical.

2 INTRODUÇÃO

O estado do Pará se encontra no norte do Brasil, sendo um estado de clima úmido e quente. Teve-se a necessidade, a idealização de construir uma cidade auto-sustentável neste estado, e assim, ocorreu. O que nossa dupla sugere ou apresentaria para o governo deste município, são soluções sustentáveis para o controle da poluição, consumo de água e energia da cidade.

Pensando assim, criamos uma maneira de deixar as casas dos moradores desta cidade com uma temperatura agradável, substituindo assim, o uso do ar-condicionado e conseqüentemente diminuindo o consumo de energia. A ideia é o uso de catavento e ventoinhas.

Nas construções das casas, deixaríamos um espaço extra para um certo tipo de tubulação. Esta tubulação percorreria a casa de norte á sul, ou de leste á oeste. Isto dependeria da posição da casa em relação ao Sol. Por exemplo: Se em uma casa, os raios solares são mais intensos pela manhã no leste, e pala tarde no oeste, colocaríamos esta tubulação no sentido norte-sul ou vice-versa, para não pegar tantos raios solares. Pois a ideia aqui, é refrescar, já que o Pará é quente. Aqui nesta residência em exemplo, a tubulação começaria no sul, em cima do telhado. Ali a tubulação ficaria aberta com um catavento na frente. O catavento iria puxar vento que entraria na tubulação. A tubulação desceria do telhado, no meio de paredes, e continuaria descendo até o piso da casa. No piso a tubulação estaria em forma de serpentina, onde esta, atravessaria a casa embaixo do piso, até chegar no norte da casa. Chegando no norte, a tubulação subiria no meio da parede, praticamente até o teto, onde teria um orifício aberto no interior da casa, para a saída do vento puxado pelo catavento. Lembrando que a cada dois metros desde o início da tubulação até o final, seria colocado uma ventoinha. Para assim, uma ventoinha ir puxando vento para a outra, até chegar no final da tubulação que estaria dentro da casa. Deixando assim, o clima da residência sempre fresquinho.

Pensamos também em uma alternativa para diminuir o consumo de água destas moradias usando canos pretos. Aqui a solução é para a louça do dia-a-dia. Cada casa teria uma caixa d'água localizada em cima do telhado para armazenar água da

chuva. Junto com esta caixa d'água em cima da casa, estariam acoplados canos pretos em forma de serpentina. Daí a água quando acionada pela torneira da pia da cozinha, iria descer por mais um cano preto. Como canos pretos absorvem mais radiação solar, a água chegaria sempre quentinha até a pia. O que é uma maravilha para tirar a gordura da louça.

E por fim, temos um empresa exclusiva. Uma empresa que fabrica tijolos. E esses tijolos seriam usados para as construções das casas da cidade e até mesmo vendidos para todo país. O segredo dos nossos tijolos está no aproveitamento da força dos ventos captados(energia eólica) com os raios solares(energia solar), gerando temperatura suficiente para a fabricação deles. O material usado para a fabricação destes tijolos é solo(terra) misturado com cimento ARI. E ainda, utilizando grandes espelhos refletores nos fornos para a fabricação de tijolos. Seriam então, fornos elétricos movidos por energia eólica e solar. O mecanismo destes fornos funcionaria assim: O vento iria girar uma hélice gigante conectada a um gerador que produziria eletricidade para o forno. E estes fornos ficariam na frente, posicionados um pouco á baixo de enormes espelhos côncavos. Depois de feita a mistura do solo com o cimento, os tijolos vão para estes fornos. Substituindo a queima de lenha nos fornos e consequentemente com esta prática, diminuindo em 100% a emissão de gás carbônico á atmosfera.

2.1 Cronograma

Data	Atividade
01.10.12	Escolha do que focaríamos no trabalho
29.10.12	Entrega do roteiro do trabalho
26.11.12	Entrega do trabalho e auto-avaliação
03.12.12	Apresentação do trabalho

3 O USO DE VENTONHAS PARA POUPAR ENERGIA

Uma preocupação com esta alternativa seria o vento. Pois sem vento, o sistema de resfriamento não funciona. Mas como há bastante mata no Pará, nossa preocupação com o vento acaba.

Sem dúvida alguma, o custo para este sistema é barato. Sendo que ainda, o catavento não gastaria energia elétrica, já que estaria acoplado á ele um dínamo que transformaria energia elétrica em mecânica. O que é maravilhoso para o planeta e para o bolso do consumidor também.

Outra preocupação é se o vento chegaria fresco dentro da casa e não quente. Por isso, usamos como alternativa, serpentinas debaixo da casa, onde ali a temperatura é bem agradável e conseqüentemente chegaria ar fresquinho para dentro da residência.

4 CANOS PRETOS PARA POUPAR ÁGUA

A preocupação aqui é se faltasse chuva. Mas, como no Pará o clima é úmido, chove quase todos os dias, lá não existe problema de seca.

O custo para este empreendimento é muito bom, já que com a água da louça o consumidor não precisaria se preocupar ao pagar sua conta de água.

A caixa d'água ficaria sempre fechada, para evitar a dengue ou sujeiras intensas nesta água. Daí para acontecer a coleta da chuva com a caixa d'água fechada, nela estaria acoplada uma calha, onde não teria como ter água parada a céu aberto.

A função de serpentinas para esta finalidade, é para a água não descer direto e sim fazer um percurso mais longo, para ficar mais quente, porque estaria mais tempo em contato com o cano preto.

5 TIJOLOS AUTO-SUSTENTÁVEIS

Aqui uma questão preocupante seria a falta de vento, mas como já foi dito nas ventoinhas, Pará tem muita mata.

5.1 Cálculos

Nossos fornos elétricos funcionariam á uma temperatura média de 60°C. Mas para um tijolo ecológico esquentar e poder ser fabricado á uma temperatura destas, seu material necessita de um certo calor específico. Portanto desenvolvemos o cálculo para achar tal calor específico:

Quantidade de calor necessária para fabricar os tijolos(Q): 201,6 Kcal.

Temperatura do forno(T): 60°C.

Massa para a fabricação dos tijolos(com essa temperatura, essa quantidade de massa e essa quantidade de calor, conseguimos fabricar 45 unidades de tijolos por vez): 4,2 Kg.

Calor específico para que tudo isto ocorra: ?

$$Q=m.c.T$$

$$201,6=4,2.c.60$$

$$201,6=252c$$

$$(-252c=-201,6).(-1)$$

$$252c=201,6$$

$$c=201,6/252$$

$$c=0,8 \text{ KJ}/(\text{Kg}.\text{°C})$$

6 FERRAMENTAS DE APRESENTAÇÃO

Na apresentação deste projeto iremos usar como ferramentas principais desenhos ilustrativos explicando nossas soluções sustentáveis, e iremos comprovar matematicamente nossas ideias. Tudo para um perfeito esclarecimento.

7 AUTO-AVALIAÇÕES

7.1 Auto-avaliação/Ana

Acredito que pelo meu esforço e dedicação, tanto às provas, quanto aos trabalhos, estudos e cálculos, mereço tirar, pelo menos, a nota de **4,5**. Nosso trabalho envolvendo a construção de uma cidade sustentável foi bastante elaborado, com cálculos e ideias, além de minhas boas notas no restante da disciplina.

7.2 Auto-avaliação/Bruna

Meu esforço para este trabalho foi enorme. Fiz pesquisas, cálculos e procurei usufruir o máximo do que aprendemos ao longo do semestre neste trabalho. Procurei dar sentido às coisas, trazendo alternativas sustentáveis possíveis de serem realizadas. Creio que não mereço um 5, mas sim um **4,5**. Mereço esta nota, por causa de um errinho que cometi. O trabalho deveria ter sido entregue até o dia 26.11.12. Mas acabei atrasando um dia, ou seja, não fui tão pontual quanto deveria ter sido. Mas fora isso, me doei ao máximo, com toda a certeza.

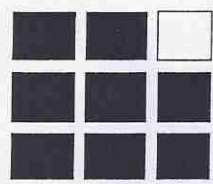
REFERÊNCIAS

<http://planetasustentavel.abril.com.br>

<http://www.ebah.com.br>

www.tijol-eco.com.br

9.9 Anexo 9: contrato dos alunos A50 e A51



UNISC

UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL



CIDADE PLANEJADA AUTO-SUSTENTÁVEL

Santa Cruz do Sul

2012

[MF1] Comentário: possibilidade de realização da proposta, organização, divisão de tarefas, relação com o problema, quantidade de situações que abarca na cidade, como resolver tais situações, relações com a terminologia.



CIDADE PLANEJADA AUTO-SUSTENTÁVEL

Trabalho de Física 2 que será apresentado à turma de Engenharia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul para avaliação da orientadora.

Orientador(a): Prof^a Mara Fernanda Parisoto

Santa Cruz do Sul

2012

SUMÁRIO

1	RESUMO.....	3
1.1	<i>Abstract</i>	3
2	INTRODUÇÃO.....	4
2.1	Cronograma.....	5
3	O USO DE CATAVENTOS PARA POUPAR ENERGIA.....	6
4	CANOS PRETOS PARA POUPAR ÁGUA.....	6
5	TIJOLOS AUTO-SUSTENTÁVIS.....	6
6	FERRAMENTAS DE APRESENTAÇÃO.....	7
	REFERÊNCIAS.....	8

1 RESUMO

Neste trabalho, temos por finalidade criar uma cidade auto-sustentável, mas que seja confortável para toda população. Apresentando boas soluções para o controle da poluição, consumo de água e energia de uma cidade que se localiza no estado do Pará. Dividimos bem as tarefas, pegando os pontos fortes que cada uma tem. Ambas trabalharam na execução do projeto, sendo que Bruna cuidou mais da teoria e Ana da prática. Neste projeto mostraremos como dispensar o uso do ar-condicionado, substituindo-o por cata-ventos, assim, poupando energia. Mostraremos também como a radiação pode ser usada para lavar a louça poupando água. E por fim, nossa cidade conta com uma empresa que fabrica tijolos através da energia eólica e solar, usando também a óptica, onde faz diminuir a emissão de gás carbônico.

Palavras-chave: Cataventos, energia, radiação, água, óptica.

1.1 Abstract

In this work, we intended to create a self-sustaining, but that is comfortable for the whole population. Featuring good solutions for pollution control, water consumption and energy of a city that is located in the state of Pará divide tasks well, taking the strengths that each has. Both worked in project execution, and Bruna cared more theory and practice of Ana. This project will show how to dispense with the use of air conditioning, replacing it with pinwheels, thus saving energy. We also show how radiation can be used to wash dishes saving water. And finally, our city has a company that manufactures bricks through wind and solar energy, also using the optical, where does decrease the emission of carbon dioxide.

Keywords: Windmills, energy, radiation, water, optical.

2 INTRODUÇÃO

O estado do Pará se encontra no norte do Brasil, sendo um estado de clima úmido e quente. Teve-se a necessidade, a idealização de construir uma cidade auto-sustentável neste estado, e assim, ocorreu. O que nossa dupla sugere ou apresentaria para o governo deste município, são soluções sustentáveis para o controle da poluição, consumo de água e energia da cidade.

Pensando assim, criamos uma maneira de deixar as casas dos moradores desta cidade com uma temperatura agradável, substituindo assim, o uso do ar-condicionado e conseqüentemente diminuindo o consumo de energia. A ideia é o uso de cataventos.

Nas construções das casas, deixaríamos um espaço extra para um certo tipo de tubulação. Esta tubulação percorreria a casa de norte á sul, ou de leste á oeste. Isto dependeria da posição da casa em relação ao Sol. Por exemplo: Se em uma casa, os raios solares são mais intensos pela manhã no leste, e pala tarde no oeste, colocaríamos esta tubulação no sentido norte-sul ou vice-versa, para não pegar tantos raios solares. Pois a ideia aqui, é refrescar, já que o Pará é quente. Aqui nesta residência em exemplo, a tubulação começaria no sul, em cima do telhado. Ali a tubulação ficaria aberta com um catavento na frente. O catavento iria puxar vento que entraria na tubulação. A tubulação desceria do telhado, no meio de paredes, e continuaria descendo até o piso da casa. No piso a tubulação estaria em forma de serpentina, onde esta, atravessaria a casa embaixo do piso, até chegar no norte da casa. Chegando no norte, a tubulação subiria no meio da parede, onde teria um orifício aberto no interior da casa, para a saída do vento puxado pelo primeiro catavento. Lembrando que a cada dois metros desde o início da tubulação até o final, seria colocado um catavento. Para assim, um catavento ir puxando vento para o outro, até chegar no final da tubulação que estaria dentro da casa. Deixando assim, o clima da residência sempre fresquinho.

Formatado: Justificado,
Recuo: Primeira linha: 1,55 cm

[MF2] Comentário: Este catavento consumiria energia elétrica? Como é o seu funcionamento?

[MF3] Comentário: Vento dentro das paredes refresca a casa? O que faz a incidência direta de vento nas pessoas dar a sensação de frescor?

[MF4] Comentário: Esses cataventos não gastarão mais energia do que o ar condicionado?

Pensamos também em uma alternativa para diminuir o consumo de água destas moradias usando canos pretos. Aqui a solução é para a louça do dia-a-dia. Cada casa teria uma caixa d'água localizada em cima do telhado para armazenar água da chuva. Esta água quando acionada pela torneira da pia da cozinha, iria descer por canos pretos em forma de serpentina. Como canos pretos absorvem mais radiação solar, a água chegaria sempre quentinha até a pia. O que é uma maravilha para tirar a gordura da louça.

[MF5] Comentário: Os canos pretos precisam estar em cima da casa, onde há incidência maior de radiação solar, quando a água esquenta ela fica menos densa e desce (lembrem das correntes de convecção)

E por fim, temos um empresa exclusiva. Uma empresa que fabrica tijolos. E esses tijolos seriam usados para as construções das casas da cidade e até mesmo vendidos para todo país. O segredo dos nossos tijolos está no aproveitamento da força dos ventos captados com os raios solares, gerando temperatura suficiente para a fabricação deles. E utilizando grandes espelhos refletores nos fornos para a fabricação de tijolos. Seriam então, fornos elétricos movidos por energia eólica e solar. Substituindo a queima de lenha nos fornos e conseqüentemente com esta prática, diminuindo em 100% a emissão de gás carbônico á atmosfera.

[MF6] Comentário: Ótima ideia

Formatado: Justificado

[MF7] Comentário: Como assim? Não entendi.

[MF8] Comentário: Que tipo de espelho deveria ser usado? Em que posição deverá estar o forno em relação ao espelho? Qual é a potência para que um forno desse funcione? Quanto seria o tamanho desse espelho para o forno funcionar? Fizemos um exercício análogo na sala (barcos de Arquimedes)

[MF9] Comentário: Que ideia ótima.

2.1 Cronograma

Data	Atividade
01.10.12	Escolha do que focaríamos no trabalho
29.10.12	Entrega do roteiro do trabalho
19.11.12	Entrega do trabalho e auto-avaliação
03.12.12	Apresentação do trabalho

3 O USO DE CATA-VENTOS PARA POUPAR ENERGIA

Uma preocupação com esta alternativa é o vento. Pois sem vento, o sistema de resfriamento não funciona. Mas como há bastante mata no Pará, nossa preocupação com o vento acaba.

[MF10] Comentário: Se há mata necessariamente há vento.

Sem dúvida alguma, o custo para este sistema é barato. Sendo que ainda, cataventos não gastam energia elétrica. O que é maravilhoso para o planeta e para o bolso do consumidor também.

[MF11] Comentário: Apenas não gastam se possuírem acoplados a eles um dínamo (que transforma energia mecânica em energia elétrica).

Outra preocupação é se o vento chegaria fresco dentro da casa e não quente. Por isso, usamos como alternativa, serpentinas debaixo da casa, onde ali a temperatura é bem agradável e conseqüentemente chegaria ar fresquinho para dentro da residência.

[MF12] Comentário: Mas o ar frio é mais denso que o ar quente, então como fazer para o ar frio subir e refrigerar a casa?

4 CANOS PRETOS PARA POUPAR ÁGUA

A preocupação aqui é se faltasse chuva. Mas, como no Pará o clima é úmido, chove quase todos os dias, lá não existe problema de seca.

O custo para este empreendimento é muito bom, já que com a água da louça o consumidor não precisaria se preocupar ao pagar sua conta de água.

A caixa d'água ficaria sempre fechada, para evitar a dengue ou sujeiras intensas nesta água. Daí para acontecer a coleta da chuva com a caixa d'água fechada, nela estaria acoplada uma calha, onde não teria como ter água parada a céu aberto.

[MF13] Comentário: O problema aqui seria a quantidade de água que seria armazenada, pois a área de recepção da água, pelo que entendi, seria pequena.

A função de serpentinas para esta finalidade, é para a água não descer direto e sim, fazer uma "viagem" mais longa, para ficar mais quente, porque mais tempo em contato com o cano preto.

[MF14] Comentário: Percursos mais longo

Excluído: estaria em mais

5 TIJOLOS AUTO-SUSTENTÁVEIS