

A INTERDISCIPLINARIDADE NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: UMA FERRAMENTA PARA REVERTER A FRAGMENTAÇÃO DO ENSINO

Leonardo Rubin Comin – leonardo.rcomin@gmail.com

Curso de Graduação em Engenharia Mecânica – UFSC
88.040-900 – Florianópolis – SC

Arthur Nazário – arthurnazario@gmail.com

Curso de Graduação em Engenharia Mecânica – UFSC
88.040-900 – Florianópolis – SC

***Resumo:** Os avanços tecnológicos acontecem de maneira cada vez mais rápida, adentrando variados campos: a produção industrial é crescentemente automatizada, a informação e a comunicação fluem com uma facilidade até então desconhecida, desenvolvimentos na área biológica fazem disparar a expectativa de vida da população, além de incontáveis outras mudanças. Todas as transformações citadas afetam significativamente a população e a maneira de nos organizarmos em sociedade. O engenheiro desempenha papel protagonista em toda esta revolução, liderando a busca por novas descobertas científicas e tecnológicas e, conseqüentemente promovendo a interação de seus conhecimentos com as mais variadas áreas, fazendo com que habilidades interdisciplinares sejam de suma importância para o sucesso profissional. Enquanto isto, a educação em engenharia no Brasil resiste à mudança, focando exclusivamente nas qualidades técnicas e promovendo a fragmentação do conhecimento.*

Como fornecer uma educação que qualifique o engenheiro para atuar em diversos campos, além de conscientizá-lo das conseqüências de seu trabalho para sociedade? Este artigo analisa a situação da educação em engenharia no Brasil, propondo mudanças por meio de uma abordagem interdisciplinar de projetos.

Palavras-Chave: Fragmentação do conhecimento; Interdisciplinaridade; Educação; Engenharia; Ensino por Projeto.

1. INTRODUÇÃO

Atribui-se à engenharia o papel da criação e implementação de mudanças que potencialmente melhorem a qualidade de vida da população. A influência deste profissional na sociedade é tanta que se torna difícil imaginar como seria o mundo sem suas realizações, as quais se estendem aos mais variados campos de conhecimento.

Dados seus conhecimentos técnicos, seus postos de trabalho e principalmente a elevada importância do desenvolvimento científico e tecnológico para o mundo globalizado, o engenheiro ocupa uma posição privilegiada no que se refere à compreensão e interferência no processo de construção mundial (LINSINGEN, 2004). A inovação, para que tenha uma influência positiva sobre a sociedade, precisa ser compatível com o ambiente cultural e político com o qual irá interagir, exigindo que o engenheiro, para implementá-la, possua a habilidade e a sensibilidade

para identificar corretamente os aspectos socioculturais de uma população, considerando-os em suas decisões.

Além da responsabilidade social que o avanço tecnológico e científico traz consigo, a interferência dos engenheiros em áreas de conhecimento nas quais antes não atuavam – a medicina e a educação, por exemplo – requer a capacidade do trabalho em equipe e da abertura do pensamento para variáveis até então desconhecidas. Enquanto, atualmente, se treina profissionais para resolver problemas com eficiência dentro de seu campo de trabalho, o mesmos sentem dificuldades quando tirados de suas posições de conforto e obrigados a interagir com outros profissionais.

Enquanto a realidade descrita se torna cada vez mais evidente, o ensino em engenharia parece não acompanhar a evolução, mantendo demasiadamente o foco na capacitação técnica de indivíduos e falhando na real preparação dos estudantes para a realidade do seu trabalho. Ainda de acordo com Linsingen (2004), os estudantes saem das escolas de engenharia preparados para enfrentar desafios técnicos, mas sem preparo para pensar como cidadãos em uma sociedade democrática.

Percebe-se que o conhecimento transmitido na educação em engenharia atualmente apresenta-se fragmentado, dificultando a integração das partes do conteúdo pelos alunos. Na visão de Maines (2001), parece haver uma concordância entre o corpo docente dos cursos de engenharia de que os procedimentos didáticos-pedagógicos tenham foco excessivo nas disciplinas, não proporcionando uma visão de conjunto entre as mesmas e distanciando o conteúdo de sala de aula e a realidade profissional.

Sendo evidente a necessidade de uma interferência na formação dos engenheiros que leve-os a entender e dominar o conjunto de campos de conhecimento e de responsabilidades sociais inerentes à sua profissão, a interdisciplinaridade ganha força como forma de superar a fragmentação do ensino.

A prática de ensino interdisciplinar não significa a extinção da divisão do estudo em disciplinas – muito importante para as pesquisas científicas e para a estruturação de um curso de graduação – mas busca estabelecer uma dinâmica de relações que as aliem aos problemas da sociedade (GARRUTTI & SANTOS, 2001). De fato, o domínio da técnica é característica primordial de um engenheiro, porém a sua aplicação está estreitamente ligada com a capacidade crítica, com a visão de mundo e com a sensibilidade em detectar problemas – justamente os pontos onde os estudantes apresentam maior deficiência.

Na ânsia de reparar as evidentes lacunas nas grades curriculares, algumas intervenções precipitadas são feitas, normalmente por meio da implantação de novas disciplinas mandatórias, carregando ainda mais uma carga horária já comprometida com atividades que parecem extenuar a motivação dos alunos e privá-los de interferir em suas próprias formações. É necessário que o ensino, ao invés de uma doutrinação, se torne um estímulo ao aprendizado particular constante, durante e após a formação, situação evidenciada pelo fato de as empresas já estarem implantando sistemas internos de educação para seus profissionais (COLOMBO & BAZZO, 2001).

Partindo de uma análise histórica da fragmentação do conhecimento, embasada na avaliação de diversos autores, este trabalho irá analisar a situação atual da educação no Brasil, especialmente no ensino superior em engenharia. Serão discutidas, ainda, soluções baseadas na utilização de projetos interdisciplinares como forma integrar o aprendizado.

2. A EVOLUÇÃO DA FRAGMENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

O conhecimento nem sempre foi visto e transmitido da forma segmentada como se apresenta hoje. Na concepção grega e medieval, o saber era valorizado em sua totalidade, não sendo incomum que pensadores influentes atuassem em áreas distintas – gramática, dialética, aritmética, geometria, música e astronomia. Segundo Japiassu (1976) apud Melo (2015), durante estes períodos o conhecimento particular só tinha sentido se, por finalidade, remetesse ao todo, de forma a auxiliar na formação integral da personalidade do indivíduo, uma vez que o saber libertava o homem da angústia por lhe dar a plena noção de sua situação no mundo.

A visão integrada do conhecimento como forma única de aprendizado foi sustentada até o século XVI, quando, segundo Melo (2015),

o Movimento Racionalista de Descartes altera as formas de apropriação dos saberes remanescentes o que implicou a reorganização dessas formas na dimensão científica e no processo de ensino e aprendizagem. O conhecimento foi compartimentado em disciplinas para maior aprofundamento e compreensão dos pressupostos teóricos de cada área de conhecimento, preconizando a primazia da razão (MELO, 2015, p.3).

Iniciada pelo movimento racionalista, a fragmentação das áreas do conhecimento foi intensificada nos séculos seguintes, dando origem ao saber disciplinar, visto como necessário para dar um novo rumo à ciência, à pesquisa científica e ao processo de ensino e aprendizagem (MELO, 2015) e para suportar a industrialização da sociedade, que exigia a especialização dos profissionais (GARRUTTI & SANTOS, 2001 apud CORREA E BAZZO, 2013). A escola, então, de acordo com Correa e Bazzo (2013), seguiu a tendência trazida pelo processo de industrialização e passou a instalar a divisão funções dentro do próprio sistema de ensino.

A evolução histórica do processo de transmissão do saber nos levou, portanto, à organização educacional atual, na qual as escolas, na visão de Pommer (2012),

desde a Educação Infantil até o Ensino Superior, pautam as ações no encadeamento cartesiano. Isto pode ser observado nos protocolos educacionais: os pré-requisitos, a seriação e o estabelecimento de uma ordem para os estudos, através do currículo e planograma das diversas disciplinas (POMMER, 2012, p.2).

O foco excessivo na fragmentação do conhecimento e na divisão de funções na educação acaba, porém, dificultando a relação e o entendimento entre as disciplinas, que muitas vezes perdem a significatividade aos olhos do receptor por serem, em seu entendimento, desprovidas de conexão com a realidade. A situação é agravada no Ensino Superior, onde a estrutura disciplinar prejudica não só a formação pessoal de conhecimento, mas também a construção da habilidade de

trabalho em equipe e, mais frequentemente no caso da Engenharia, a noção sociocultural do indivíduo.

Podemos concluir, então, que a rígida estruturação do conhecimento se torna uma barreira para o ensino e, conseqüentemente, para a pesquisa e a extensão, uma vez que a educação é um processo dinâmico, assim como a sociedade na qual está inserido (CORREA & BAZZO, 2013). As conseqüências já são, segundo Morin (2000), percebidas em nossa realidade.

Os resultados do universo de disciplinas incomunicadas explicam muitas das deformações e péssimas aplicações da ciência que vêm sendo denunciadas atualmente. A ciência tornou-se cega pela sua incapacidade de controlar, prever, e mesmo de conceber o seu papel social, pela sua incapacidade de integrar, articular, refletir seus próprios conhecimentos. O que era complexo e multidimensional reduziu-se a dimensões mínimas com as quais era possível operar com relativa facilidade (MORIN, 2000, p.60).

Para que se supere a segmentação da realidade imposta atualmente, a interdisciplinaridade surge como forte alternativa para estabelecer as relações entre as áreas de conhecimento, as quais foram perdidas com o tempo. A introdução do estudo interdisciplinar, especialmente no estudo superior, permitiria a reorganização da ciência, da educação e da sociedade como um todo, dando aos alunos o senso crítico necessário para identificar e atacar os problemas reais, de forma a buscar o bem-estar social, além de facilitar o desenvolvimento de pesquisas interdisciplinares, formato que atrai interesse crescente de filósofos, cientistas e planejadores nos dias atuais (CORREA & BAZZO, 2013).

A mudança pretendida não envolve a extinção da organização disciplinar, reconhecidamente necessária para tornar o acesso da população à educação possível. O que se pretende é estabelecer de maneira clara para os alunos a relação entre os conteúdos apresentados, encadeando os conhecimentos e dando uma noção de colocação social mais clara ao futuro profissional.

3. INTERDISCIPLINARIDADE: SENTIDO E PAPEL NA UNIFICAÇÃO DO CONHECIMENTO

Como relatado anteriormente, a interdisciplinaridade é uma ferramenta por meio da qual se busca a superação da visão segmentada do conhecimento que temos atualmente e a integração dos fragmentos que formam o saber de nossa sociedade. Entretanto, apesar de ser extensamente aceita como grande solução, o real significado de interdisciplinaridade não é sempre claro.

Uma vez que o objetivo deste trabalho não é discutir a real definição de interdisciplinaridade, adotaremos a tendência que goza de maior aceitação:

Integração e engajamento de educadores num trabalho conjunto, de interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a

realidade de modo a superar a fragmentação do ensino, objetivando a formação integral dos alunos, a fim de que possam exercer criticamente a cidadania mediante uma visão global de mundo e serem capazes de enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade atual. (LÜCK, 1995, p. 64).

É necessário, ainda, fazer a diferenciação entre diversos conceitos próximos da interdisciplinaridade.

- **Multidisciplinaridade:** modelo apresentado atualmente nas escolas, trata da justaposição de diversas áreas do conhecimento, sem relação aparente ou enriquecimento mútuo entre elas.
- **Pluridisciplinaridade:** se refere à junção de campos de domínio semelhante, dando origem a objetivos comuns a serem estudados de maneira cooperativa mas não coordenada.
- **Transdisciplinaridade:** conceito mais complexo que a interdisciplinaridade, definindo um modelo em que há livre transferência de informações entre as áreas do conhecimento, eliminando a divisão por disciplinas.

Concluimos, portanto, que a interdisciplinaridade não se refere à simples união e troca de informações entre disciplinas, mas sim uma caminhada que envolve a construção de uma teia de conhecimentos entre áreas que realizam trocas mútuas, desenvolvendo uma interdependência, de forma a integrar o saber, sem a necessidade da extinção da divisão das áreas de conhecimento (GARRUTTI & SANTOS, 2004).

4. INTERDISCIPLINARIDADE E A EDUCAÇÃO E EM ENGENHARIA

A necessidade de rever a organização disciplinar do ensino é ainda mais urgente no campo da engenharia, uma vez que os estudantes atraídos por esta profissão, em sua maioria, possuem tendências culturais a um pensamento quantitativo e linear, fragmentário e tecnicizado, características que são intensificadas por um ensino excessivamente rígido e técnico. Sendo assim, as escolas de engenharia brasileiras falham em preparar seus alunos justamente naqueles aspectos em que naturalmente apresentam maior dificuldade, ou seja, as capacidades de comunicação, expressão, análise crítica e de compreensão das interações entre tecnologia e sociedade (LINSINGEN, 2004).

As áreas de atuação de engenheiros não envolvem, por sua vez, trabalhos que exigem apenas qualidades técnicas e eficiência no pensamento lógico – apesar de estas serem, sem dúvida, essenciais. A engenharia, por meio da tecnologia, influencia diretamente na construção do futuro de nossa sociedade, dando a seus profissionais uma posição privilegiada de definir os rumos do mundo. O engenheiro pode e deve, portanto, identificar e solucionar problemas de maneira a aumentar o bem-estar da população e encaminhar um futuro com menos adversidades. Uma formação fragmentada restringe, entretanto, a capacidade crítica e comunicativa necessária para que sua função social seja exercida com êxito.

Os fatores apresentados explicam o motivo para, apesar de todo o sistema de educação superior brasileiro ser estruturado de maneira fragmentada, os alunos das áreas tecnológicas sentem maior dificuldade em estabelecer conexão entre os conteúdos estudados nas diferentes disciplinas. Para expor tal realidade, analisemos dados levantados e divulgados pela Comissão Própria de Avaliação (CPA) da Universidade Federal de Santa Catarina sobre o ano letivo de 2015: foi solicitado que os alunos dessem uma nota entre 1 e 5 (sendo 1 extremamente fraco e 5 extremamente forte) para suas disciplinas no quesito integração com as demais disciplinas do curso. Em ambos os semestres do ano em questão, a média das respostas de alunos do Centro Tecnológico (CTC) foi inferior à média de todos os cursos da UFSC - 3,83 x 3,96 no primeiro e 4,08 x 4,17 no segundo semestre.

Não restam dúvidas que uma abordagem interdisciplinar precisa ser adotada na educação tecnológica para estimular a integração do saber pelos alunos. O próprio artigo 3º das Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia (2002), definem que o egresso deve ter “formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais ambientais e culturais” (RESOLUÇÃO CNE/CES 11, 2002). As diretrizes, porém, não mostram resultado na forma de mudanças curriculares concretas.

Fundamentado o problema e identificada a necessidade da inserção dos conceitos da interdisciplinaridade no ensino de engenharia, nos resta traçar uma estratégia para fazê-lo dentro da realidade da educação brasileira.

5. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Na tentativa de incitar a interdisciplinaridade no processo de aprendizado em engenharia, parece inevitável que se altere o atual modelo de repasse de conteúdo como único instrumento pedagógico e sejam criadas situações de desequilíbrio conceitual (MAINES, 2001). Para fortalecer as habilidades desejadas em um engenheiro, descritas anteriormente, é preciso que o aluno deixe de ser um elemento passivo e tenha participação ativa em seu aprendizado, sendo induzido a questionar, ser questionado e promover relações interpessoais.

Dentro das necessidades relatadas, a utilização de projetos para o aprendizado surge como boa alternativa. O projeto é, de acordo com Graaff & Kolmos (2007), uma maneira de ensinar em que estudantes, juntamente com professores e outros, exploram e trabalham um problema em relação próxima com a realidade social na qual este existe, levando-os a considerar diferentes perspectivas e desenvolver as habilidades de selecionar teorias, métodos e ferramentas de trabalho. Além disto, “o projeto naturalmente envolve o trabalho em equipe, o que requer uma flexibilidade nas múltiplas funções necessárias no âmbito do exercício profissional, qualquer que seja o campo de atuação e promove grande mobilidade na interação entre os pares” (POMMER, 2012).

O próprio projeto pedagógico das engenharias no Brasil prevê que podem ser utilizadas disciplinas que promovam projetos com a intenção da integração do conhecimento. Pensamos que o projeto, por exigir análise do problema, planejamento, organização, comunicação,

liderança e conhecimentos técnicos, atende aos requisitos básicos de uma formação interdisciplinar em engenharia.

Dentro da ideia de uma aprendizagem baseada em projetos, temos diferentes abordagens no que se refere à organização do ensino e ao papel do projeto neste processo. Iremos apresentar aqui os conceitos de *project exercise*, *project component* e *project oriented*.

O *project exercise*, exposto na primeira imagem da Figura 1, tem como objetivo do projeto a aplicação dos conteúdos já obtidos em uma disciplina. Este conceito é, sem dúvidas, o mais difundido atualmente. O *project component*, esquematizado na segunda imagem da Figura 1, é mais abrangente, se utilizando de projetos intimamente ligados com a realidade, os quais são desenvolvidos em paralelo com as demais disciplinas. Já a metodologia *project oriented*, mostrada na terceira imagem da Figura 1, envolve toda a construção do currículo e da filosofia de ensino, na qual a instrução dos professores só se dá na forma de orientação para os projetos (HELLE et al., 2006 apud FERNANDES, 2010).

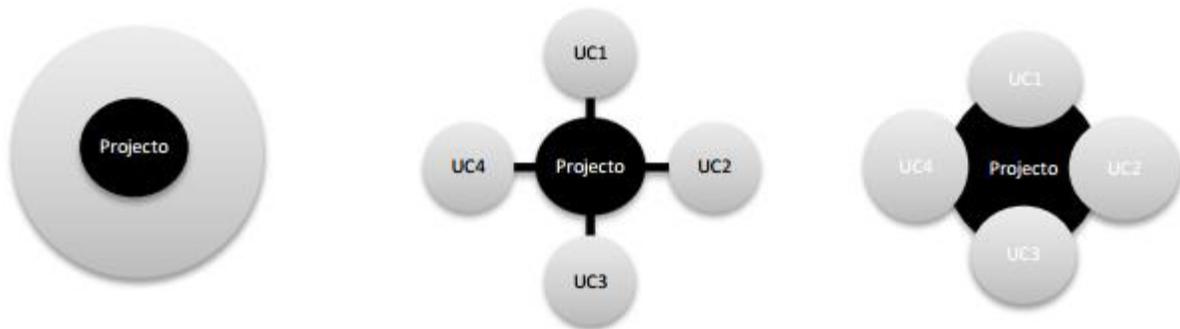


Figura 1 – Tipos de projetos (HELLE et al., 2006 apud FERNANDES, 2010).

A aprendizagem baseada em projetos apresenta, porém, diversas dificuldades em sua implementação, uma vez que demanda tempo adicional de preparação por parte dos professores, além de espaços e recursos adicionais a serem disponibilizados aos alunos, encarecendo o processo de mudança. Tendo em vista a organização da educação brasileira, tais fatores devem ser levados em consideração, de maneira que indicamos a metodologia *project component* como a que, dentro das possibilidades financeiras e organizacionais da maioria das escolas do país, melhor se adapta às necessidades apresentadas atualmente.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mudanças históricas no curso da humanidade levaram à fragmentação do conhecimento, um dia visto como um todo indivisível. Apesar da importância da divisão de áreas para possibilitar a industrialização de nossa sociedade, o ensino acabou prejudicado em sua missão de formar pessoas com uma ampla visão de mundo. A situação é ainda mais crítica no ensino em engenharia, uma vez que os alunos destes cursos normalmente apresentam uma aptidão natural à área técnica, mas sentem dificuldade na integração dos conteúdos obtidos com o seu meio.

Neste sentido, a interdisciplinaridade surge como solução, uma vez que busca romper o sistema rígido de repasse de informação entre professor e aluno por meio do estabelecimento de relações entre as áreas de conhecimento, permitindo a contínua troca de informações. Um formato de ensino interdisciplinar favorece o desenvolvimento de habilidades críticas, sociais, comunicativas e criativas, as quais, na engenharia, permitem que o profissional desempenhe satisfatoriamente seu papel na sociedade.

Em busca de uma estratégia para reparar as falhas no modelo atual de ensino em engenharia, é importante destacar que a simples colocação de novas disciplinas obrigatórias se mostra insuficiente, por pressionar ainda mais uma carga horária já carregada, o que impede os alunos de buscarem atividades que compensem as lacunas deixadas pela educação.

Desta maneira, se sugere a implementação de uma educação baseada em projetos, os quais são ferramentas motivadoras para os alunos, além de provocarem o desenvolvimento de diversas habilidades interdisciplinares essenciais no mercado de trabalho. Dentro desta metodologia, foram apresentados diversos níveis de aplicação do projeto dentro do currículo da engenharia, indo de trabalhos para o aprendizado dentro de disciplinas específicas até a utilização de projetos como base para a formação dos alunos, os quais devem buscar informações a fim de resolver o problema apresentado.

Adequando as propostas analisadas à realidade do ensino no Brasil, foi proposta uma intervenção por meio de uma metodologia *project component*, com a implementação de projetos interdisciplinares em paralelo com as disciplinas técnicas, para que sejam desenvolvidos e integrados os conhecimentos obtidos em sala de aula.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VON LINSINGEN, I; **Dimensões da interdisciplinaridade na formação do engenheiro.** Disponível em: <<http://www.nepet.ufsc.br/Artigos/Art-Cbg2004/Cbg2004-DimensoesDaInterdisciplNaFormDoEng.pdf>> Acesso em: 16 mai. 2016.

MAINES, A; **Interdisciplinaridade e o ensino de engenharia.** Disponível em: <<http://www.pp.ufu.br/Cobenge2001/trabalhos/FCU010.pdf>> Acesso em: 16 mai. 2016.

GARRUTTI, E.A.; SANTOS, S.R; **A interdisciplinaridade como forma de superar a fragmentação do conhecimento.** Disponível em: <<http://www2.marilia.unesp.br/revistas/index.php/ric/article/view/92/93>> Acesso em: 16 mai. 2016.

COLOMBO, C.R.; BAZZO, W.A; **Da complexidade no trabalho do engenheiro, o repensar de sua formação.** Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2001/trabalhos/FCU001.pdf>> Acesso em: 26 mai. 2016.

JAPIASSU, H; **Interdisciplinaridade e Patologia do Saber.** Rio de Janeiro: Imago, 1976.

MELO, W.A.C.R.A; **Interdisciplinaridade: a trajetória histórica de um conceito.** Disponível em:

<http://www.nordeste2015.historiaoral.org.br/resources/anais/11/1438818370_ARQUIVO_ArtigoINTERDISCIPLINARIDADEATRAJETORIAHISTORICADEUMCONCEITOWilmaACRAdeMelo.pdf> Acesso em 26 mai. 2016.

CORREA, L.F.; BAZZO, W.A; **A interdisciplinaridade efetiva requer o rompimento das fronteiras na educação em engenharia.** Disponível em:

<<http://www.nepet.ufsc.br/Artigos/A%20interdisciplinaridade%20efetiva...Cobenge%20Luciana&Bazzo.pdf>> Acesso em: 2 jun. 2016.

BAZZO, W.A.; PEREIRA, L.T.V; **Uma equação de várias incógnitas.** Disponível em:

<<http://www.nepet.ufsc.br/Artigos/Cbg-2011-UmaEqDeVariasIncognitas.CORRIGIDO.pdf>> Acesso em: 2 jun. 2016.

POMMER, W.M; **A interdisciplinaridade e o ensino de engenharia: ensaio sobre um projeto articulador.** Disponível em:

<<http://www.revistas.ung.br/index.php/educacao/article/viewFile/998/990>> Acesso em 15 jun. 2016.

MORIN, E. **Os Sete Saberes necessários a Educação do Futuro.** São Paulo: Cortez, 2000. 12 p.

LÜCK, H. **Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológicos.** Petrópolis: Vozes, 1995. 92 p.

Conselho Nacional de Educação – Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES 11.** Brasília, 2002.

HELLE, L., TYNJÄLÄ, P. & OLKINUORA, E; **Project-based learning in post-secondary education – theory, practice and rubber slings shots.** Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/226593203_Project-Based_Learning_in_Post-Secondary_Education_-_Theory_Practice_and_Rubber_Sling_Shots> Acesso em: 22 jun. 2016.

FERNANDES, S.R.G; **Aprendizagem baseada em Projectos no Contexto do Ensino Superior: Avaliação de um dispositivo pedagógico no Ensino de Engenharia.** Disponível em:

<<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/12234/1/tese.pdf>> Acesso em: 22 jun. 2016.