



**Assembleia Legislativa  
do Estado do Ceará**

Cely Martins Alencar

João José Hiluy Filho

**Organizadores**

# **Integração Acadêmica e Tecnológica nas Engenharias**

**Experiências em Ensino e Aprendizagem**



**EDIÇÕES  
INESP**



**Assembleia Legislativa  
do Estado do Ceará**

**INTEGRAÇÃO ACADÊMICA  
E TECNOLÓGICA  
NAS ENGENHARIAS**

Experiências em Ensino e Aprendizagem

Cely Martins Alencar  
João José Hiluy Filho  
Organizadores

**INTEGRAÇÃO ACADÊMICA  
E TECNOLÓGICA  
NAS ENGENHARIAS**  
Experiências em Ensino e Aprendizagem



Fortaleza - Ceará  
2021

Copyright © 2021 by INESP

Coordenação Editorial

**João Milton Cunha de Miranda**

Assistente Editorial

**Rachel Garcia, Valquíria Moreira**

Revisão

**João José Hiluy Filho**

Diagramação

**Mario Giffoni**

Capa

**José Gotardo Filho**

Coordenação de impressão

**Ernandes do Carmo**

Impressão e Acabamento

**Inesp**

**Edição Institucional da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará**

**VENDA E PROMOÇÃO PESSOAL PROIBIDAS**

Catalogado na Fonte por: Daniele Sousa do Nascimento CRB-3/1023

I61 Integração acadêmica e tecnológica nas engenharias [livro eletrônico]: experiências em ensino e aprendizagem / organizadores, Cely Martins Alencar, João José Hiluy Filho. – Fortaleza: INESP, 2021. 1650 Kb ; PDF

ISBN: 978-65-88252-31-4

1. Engenharia – Estudo e ensino. 2. Tecnologia. 3. Formação profissional. I. Alencar, Cely Martins. II. Hiluy Filho, João José. III. Ceará. Assembleia Legislativa Instituto de Estudos e Pesquisas sobre o Desenvolvimento do Estado. IV. Título.

CDD 620.007

Permitida a divulgação dos textos contidos neste livro, desde que citados autores e fontes.

**Inesp**

Av. Desembargador Moreira, 2807

Ed. Senador César Cals de Oliveira, 1º andar

Dionísio Torres

CEP 60170-900 – Fortaleza - CE - Brasil

Tel: (85)3277.3701 – Fax (85)3277.3707

[al.ce.gov.br/inesp](http://al.ce.gov.br/inesp)

[inesp@al.ce.gov.br](mailto:inesp@al.ce.gov.br)

## APRESENTAÇÃO

O inovador Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica – DIATEC, do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, desde 2015, provê meios para a formação de engenheiros e arquitetos urbanistas competentes, criativos e empreendedores.

Valorizando a formação humana e social, muitas vezes esquecida por outras grades curriculares, os estudantes recebem noções de responsabilidade cidadã, pois, ao se imiscuir nos espaços, transformarão vidas e proporcionarão igualdade social e dignidade coletiva, interesses comuns a este Parlamento.

A Assembleia Legislativa do Estado do Ceará, por meio do seu Instituto de Estudos e Pesquisas sobre o Desenvolvimento do Estado do Ceará, teve o orgulho de trabalhar nesta obra, que incentivará, por meio de exemplos, os cursos de ciências exatas a criarem mais ações integradoras e interdisciplinares, fundamentadas em problemas reais e, também, a estimularem a leitura e a escrita sendo um impulso à evolução humana.

**Deputado Evandro Leitão**

Presidente da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará



## PREFÁCIO

A construção do Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica (DIATEC) da Universidade Federal do Ceará firmou um modelo de formação integrador, que leva em conta a necessidade da conexão de conhecimentos e de novas propostas para a educação em engenharia, considerando suas particularidades.

O livro *Integração Acadêmica e Tecnológica nas Engenharias - Experiências em Ensino e Aprendizagem* aborda assuntos como: a integração acadêmica e tecnológica na formação do engenheiro; literatura, engenharia e reflexões; novas estratégias para a introdução ao cálculo para alunos de engenharias; projetos integrados de engenharia; estratégia pedagógica integradora no ensino de Desenho para Engenharia e Cálculo Fundamental, dentre outros.

A Assembleia Legislativa do Estado do Ceará, por meio de seu Instituto de Estudos e Pesquisas sobre o Desenvolvimento do Estado do Ceará, tem a honra de publicar esta obra pois o nosso estado precisa, cada vez mais, de profissionais que saibam pensar em projetos sustentáveis e diferenciados.

**Prof. Dr. João Milton Cunha de Miranda**  
Diretor Executivo do Instituto de Estudos e Pesquisas sobre o  
Desenvolvimento do Estado do Ceará



## **PALAVRAS DEPUTADO ROMEU ALDIGUERI**

É imensurável a responsabilidade dos cursos de engenharia, arquitetura e urbanismo frente aos avanços tecnológicos. A criação de projetos de ensino com uma metodologia de ensino integradora busca fazer jus a este encargo.

O Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica – DIATEC da Universidade Federal do Ceará é, então, um objeto de estudo desse caso, pois vem fazendo, desse projeto, uma realidade.

Considerando o interesse dessa Casa Legislativa e de seus parlamentares e servidores em incentivar métodos de formação que se adequem a projetos políticos de interesse social e às novas demandas da sociedade, a publicação dessa obra se faz indispensável.

**Deputado Romeu Aldigueri**

Presidente da Comissão de Ciência, Tecnologia e Educação  
Superior da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará



## PRÓLOGO

Foi com um misto de alegria e responsabilidade que recebi o convite para prefaciar este livro que conta as experiências de ensino e aprendizagem do Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica – DIATEC.

O DIATEC, departamento mais novo pertencente ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, foi criado em 14 de agosto de 2015 através da Resolução nº 48/CONSUNI e nasceu com o objetivo de fornecer recursos para contribuir de forma determinante para a formação de engenheiros e arquitetos urbanistas, aliando competências científicas de alto nível a um espírito inovador, criativo e empreendedor, impulsionados por uma formação humana, social e culturalmente aberta, que os qualifique para o exercício da responsabilidade cidadã, solidária e ambiental.

É um departamento que nasceu para ser inovador, pois desde a sua gênese possui características inovadoras, subvertendo a ordem original da definição de departamento, que é composto por pessoal docente de áreas afins para objetivos comuns de ensino, pesquisa e extensão. O DIATEC congrega professores com as mais variadas formações como Engenheiros Civil, Eletricista e Químico, Arquitetos Urbanistas, Físicos, Matemáticos e Cientista da Computação. No dizer de Vanderli Fava, Presidente da Associação Brasileira de Educação em Engenharia – ABENGE, este vem a ser o primeiro departamento de educação em engenharia do País.

Ao longo destes 5 anos de criação, observa-se uma intensa atividade dos docentes integrantes do DIATEC que estão resumidos de forma estruturada ao longo deste livro. Importante destacar que a atuação dos professores tem se espalhado não somente para a área do ensino das disciplinas do ciclo básico das engenharias, mas também em ações de pesquisa e extensão, sobretudo no que diz respeito a novos modelos metodológicos e integradores, passando pelo desenvolvimento de projetos relacionados ao ensino e engenharia.

Passeando pelos capítulos, conforme consta na apresentação, o leitor irá encontrar experiências inovadoras como o Projeto de Integração Acadêmica e Tecnológica – PIATEC que trata de uma ação integradora em um projeto multidisciplinar/interdisciplinar na área de engenharia, baseado em um problema real; hodierno, quando trata da metodologia Building Information Modeling – BIM em disciplinas dos cursos de engenharia; e humano, quanto induz e incentiva a leitura, a escrita e a expressão em seus diversos âmbitos, como observado pelo Projeto LER – Literatura, Engenharia e Reflexões, mostrando que as escolas de engenharia, para além da excelência profissional e acadêmica, também podem ser um espaço de desenvolvimento humano e social.

**Prof. Dr. Carlos Almir Monteiro de Holanda**

Diretor do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará.

Prof. Titular do Departamento. de Eng<sup>a</sup> Metalúrgica e de Materiais.

Diretor de Comunicação da ABENGE 2020 - 2022

## INTRODUÇÃO

A presente publicação reúne as atividades e experiências conduzidas no âmbito da Universidade Federal do Ceará pelo Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica - DIA-TEC, que foram desenvolvidas ao longo de cinco anos de sua fundação e suscitam as discussões sobre a Integração entre as diversas disciplinas e nas tessituras das competências e habilidades envolvidas na formação dos engenheiros na contemporaneidade.

Trata-se de uma coletânea enfileirada em capítulos, que nasceu das discussões sobre a formação dos Engenheiros na atualidade e a responsabilidade das Universidades como protagonistas neste cenário de constantes desafios como os avanços tecnológicos.

O primeiro capítulo traz o novo perfil dos ingressantes e as necessidades crescentes de uma sociedade complexa e um mercado de trabalho cada vez mais exigente. Essa formação vem sendo bastante discutida, relatada em artigos, congressos, seminários por profissionais da área preocupados com a qualidade dos cursos, na busca de adequação dos projetos políticos pedagógicos às novas demandas da sociedade. Neste sentido, este capítulo trata das mudanças ocorridas nos últimos anos no Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará e a criação do Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica - DIATEC. São analisadas iniciativas no sentido de promover a formação de profissionais mais condizentes com a realidade atual, através de análise exploratória, qualitativa além de dados quantitativos com estudo efetivo de caso.

No segundo capítulo é descrita a proposta de uma unidade curricular, denominada Projeto de Integração Acadêmica e Tecnológica (PIATEC), que incorpora aspectos de PBL, mas com caráter interdisciplinar, e que envolve alunos e professores de diferentes cursos de engenharia e discute sobre novas metodologias e técnicas para o ensino e aprendizagem de um modo geral, e em particular para o ensino de engenharia. Os avanços tecnológicos exponenciais têm colocado uma pressão

adicional a essa discussão, trazendo à bojo da mesma o confronto de ideias fundamentais sobre a formação do Engenheiro. Como fator adicional envolvendo a questão mais específica da formação técnico-científica do engenheiro, pode-se acrescentar a discussão do igualmente crescente aumento da complexidade dos projetos de engenharia, que acarretam a necessidade do conhecimento, por sua parte, de várias outras áreas da engenharia, e até mesmo de outras áreas que não a dela própria.

O terceiro capítulo apresenta o projeto clube de leitura para incentivo nos cursos de engenharia da UFC: a vivência no LER, cujo objetivo é o de estimular os hábitos de leitura do público envolvido entre os estudantes de Engenharia da UFC. Uma série de ações e atividades vem sendo promovidas como momentos de leitura, discussão de textos literários; Criação de ambientes virtuais em sites e redes sociais; visitas a equipamentos culturais e artísticos da Universidade e da cidade de Fortaleza; divulgação de eventos artísticos; apreciação de músicas, filmes, pinturas, esculturas, dentre outros e também, um espaço para compartilhamento de diferentes tipos de publicações no Centro de Tecnologia.

O quarto capítulo escreve sobre o uso do cálculo nos cursos de engenharia e métodos para melhorar o entendimento dos alunos visando suas dificuldades e erros. Com isso, uma turma foi escolhida para fazer parte da experiência que usariam métodos diferentes de correção na hora da prova, baseado no quão coerente seria as respostas em cada questão dada pelos alunos. Dessa forma, a correção foi dividida por porcentagens indo de muito satisfatório até insatisfeito, então foram usadas questões exemplos e foi visualizado como os alunos se sairiam em cada questão. Foi possível concluir que a maior parte dos erros dos alunos em relação a matéria se deve à falta de atenção no momento de resolver as questões, sendo possível implementar enunciados com textos bases que os ajudem a entender qual método de resolução deve ser utilizado, além da necessidade de observar turmas futuras para concluir se de fato o conteúdo passado ficou fixado no consciente dos alunos.

O quinto capítulo apresenta a metodologia BIM (Building Information Modeling) com o objetivo de trazer uma nova dinâmica de trabalho dentro dos cursos do Centro de Tecnologia da UFC, nessa situação foi trazido a ideia de usar essa nova metodologia para parecer algo mais moderno e favorável a melhoria do ensino na disciplina de Desenho para Engenharia. Para isso, foi realizado um diagnóstico e prática com algumas turmas do CT, baseando-se na análise exploratória da metodologia utilizada, foi pega opiniões dos docentes que lecionam a matéria e logo em seguida foi feito um workshop com uma turma de discentes para se obter resultados de amostragem. Com isso ficou perceptível que para a nova metodologia ser aplicada com certeza, é preciso maior investimento na parte física e recursos humanos, já que boa parte do desenvolvimento é tecnológico. Assim como foi notória a boa vontade em oficializar o método mais moderno por ambas partes, professores e alunos.

O sexto capítulo traz a ideia da aplicação conjunta das matérias de Cálculo e Desenho para Engenharia durante o primeiro ano de curso. Percebendo que havia um grande número de desistências durante os primeiros anos do curso de Engenharia Civil, por conta do pouco conteúdo profissional, foi dada a ideia de usar o GeoGebra como software para aplicações em 3D. Com isso, o que fosse visto em Cálculo poderia ser desenhado em forma de gráficos e figuras geométricas com objetivo de ter uma parceria e entendimento melhor para as duas matérias. Durante a pesquisa foi vista que boa parte dos alunos não era familiarizado com o software, porém mostrou-se que os discentes se interessavam mais por novos métodos de ensino dentro da matéria de Desenho e que é precisa uma integração mais concreta e dinâmica entre as matérias do primeiro ano.

O sétimo capítulo trata da utilização de garimpagem de textos na internet para aplicação em trabalhos acadêmicos, com o objetivo de facilitar o alcance desses tipos de referências, pois boa parte das pesquisas utilizadas em trabalho vem de indicações de professores e colegas, surge o termo *Webiblioming*, que é uma maneira mais rápida e eficiente de se encontrar referências bibliográficas em sites acadêmicos. Por fim foi possível perceber que o filtro para encontrar arquivos mais objetivos de

acordo com o tema é bastante eficiente, contudo, é necessário mais tempo e também testes para tirar uma conclusão mais objetiva.

O oitavo capítulo mostra como o DIATEC apresenta propostas de projetos que buscam ampliar o conhecimento dos alunos através da transdisciplinaridade, visando os novos desafios e exigências do mercado profissional contemporâneo. Foi então dada a partida do uso da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas, a partir de uma sequência de passos que trabalham a desenvoltura, atitude, criatividade e percepção dos alunos. Então é dada uma situação de determinada matéria do curso e os discentes tentam encontrar uma solução baseada em seus próprios conhecimentos com intuito de unir o conhecimento teórico com uma prática profissional no futuro.

**Profa Dra Cely Martins Alencar**

**Prof. Dr. João José Hiluy Filho**

Organizadores

## SUMÁRIO

### **A INTEGRAÇÃO ACADÊMICA E TECNOLÓGICA NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO DO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFC .....19**

Antonio Paulo de Hollanda Cavalcante

Helano de Sousa Castro

João José Hiluy Filho

Carlos Estêvão Rolim Fernandes

### **PIATEC - INTEGRAÇÃO ACADÊMICA E TECNOLÓGICA: UMA DISCIPLINA INTERDISCIPLINAR BASEADA EM PBL.....34**

Helano de Sousa Castro

Antonio Paulo de Hollanda Cavalcante

Carlos Estêvão Rolim Fernandes

Cely Martins Santos de Alencar

João José Hiluy Filho

### **LER - LITERATURA, ENGENHARIA E REFLEXÕES NO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFC .....46**

Luís Gonzaga Rodrigues Filho

Mariana Campos Castro e Silva

Natália Maria Cordeiro Barroso

Rayssa de Sousa Carneiro

### **UMA INTRODUÇÃO AO CÁLCULO PARA ALUNOS DE ENGENHARIAS: NOVAS ESTRATÉGIAS E VELHOS ERROS.....59**

Jorge Carvalho Brandão

Luís Gonzaga Rodrigues Filho

**EPE - ESCRITÓRIO DE PROJETOS INTEGRADOS  
DE ENGENHARIA: RELATO DE EXPERIÊNCIAS DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ .....68**

Luciano Hamed Chaves Haidar Sousa

Cely Martins Santos de Alencar

Antonio Paulo de Hollanda Cavalcante

**UMA ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA INTEGRADORA NO  
ENSINO DE DESENHO PARA ENGENHARIA E CÁLCULO  
FUNDAMENTAL NA UFC .....82**

Cely Martins Santos de Alencar

Natália Maria Cordeiro Barroso

**WEBBIBLIOMINING PARA PESQUISAS MAIS  
EFICIENTES .....93**

Gisele Azevedo de Araújo Freitas

Luiz Soares Júnior

**PLANEJAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DA  
METODOLOGIA APRENDIZAGEM BASEADA EM  
PROBLEMAS E PROJETOS NO CURSO DE ENGENHARIA  
DE ENERGIAS RENOVÁVEIS.....122**

Antonio Paulo de Hollanda Cavalcante

Cely Martins Santos de Alencar

Gisele Azevedo De Araujo Freitas

Luis Gonzaga Rodrigues Filho

Natália Maria Cordeiro Barroso

# **A INTEGRAÇÃO ACADÊMICA E TECNOLÓGICA NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO DO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFC**

**Antonio Paulo de Hollanda Cavalcante**

**Helano de Sousa Castro**

**João José Hiluy Filho**

**Carlos Estêvão Rolim Fernandes**

## **1 INTRODUÇÃO**

A formação de Engenheiros frente aos atuais desafios tecnológicos e sociais permanece como um grande desafio, além da necessidade crescente de aproximação da com o mercado de trabalho. Essa questão vem sendo discutida permanentemente, como pode ser visto em BANKEL et al (2002); (BORGES & ALMEIDA, 2013, p. 1); (MACEDO et al., 2012, p. 3), impulsionados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) da Engenharia (BRASIL, 2002). Todos preocupados com a qualidade dos cursos e buscando a adequação dos projetos pedagógicos as novas demandas e complexidade da sociedade.

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) da Engenharia (BRASIL, 2002), preconizam a necessidade de uma reforma curricular voltada para uma formação não apenas técnica, mas humanista, crítica, reflexiva e conectada com as demandas sociais na resolução de problemas. Nesse sentido o Parecer 1362/2001(BRASIL,2002b) que fundamentou as DCNs apresenta o desafio educacional a ser enfrentado na formação de engenheiros numa outra perspectiva, em que fica muito nítido que ela não pode mais ser realizada do modo convencional ou hegemônico que privilegia a formação técnica sem integrá-la ao contexto social, político, econômico e cultural.

O presente artigo apresenta a construção do Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica (DIATEC) na UFC, alinhado às diretrizes DCN do MEC com o objetivo de implantar um novo modelo de ensino integrador e interdisciplinar para formação de engenheiros. São descritas as etapas pelas quais a

UFC vem trabalhando suas competências e a estrutura de garantia da oferta de um modelo curricular no qual a visão macroscópica dos problemas de Engenharia tenha uma importância central na formação do Engenheiro, podendo implicar, além dos aspectos técnicos instrumentais, na razão comunicativa através da linguística, sociologia, artístico-culturais e esportivas.

A proposta de criação do DIATEC caracteriza-se por um processo inovador, na medida em que se trata de um departamento que nasce para integrar os outros departamentos do Centro de Tecnologia (CT) da UFC. O próprio nome do departamento embute esse aspecto inovador, uma vez que, enquanto o termo "departamento" lembra "divisão" (Buarque, Aurélio; Novo Dicionário da Língua Portuguesa, Século XXI. Editora Nova Fronteira, 1999), o objetivo do DIATEC é (re)conectar conhecimentos e integrar as ações de ensino, pesquisa e extensão no CT.

De fato, a existência do DIATEC favorece a discussão de novas propostas para a educação em engenharia de forma integrada com todos os cursos de engenharia do CT e, portanto, considerando todos os aspectos particulares e gerais de cada um deles. Esse fato é de fundamental importância dentro do atual debate do ensino e aprendizagem em engenharia, que costuma ocorrer de forma "departamentalizada", ou seja, cada área discutindo esses temas sob o ponto de vista de seu curso de engenharia, de sua disciplina e/ou de experiências acadêmicas individuais, sem levar em conta a educação em engenharia como um todo. Nesse sentido, a proposta do DIATEC é também, e talvez seja seu mais importante desafio, modificar essa *cultura* e iniciar novos paradigmas que permitam **integrar** conhecimento, e também que permitam uma nova maneira de pensar a formação do engenheiro.

## 2 A ENGENHARIA E OS DESAFIOS DA ATUAL SOCIEDADE

Os desafios da Engenharia no Século XXI exigem competências para lidar com os grandes problemas atuais, incluindo a segurança global, a saúde e a sustentabilidade. Conforme sugerido na Figura 1, a cultura geral do engenheiro em desenvolvimento sustentável se estende através de esferas que incluem

suas habilidades profissionais, a iniciativa privada e o poder público, sendo necessário conciliar aspectos tecnológicos e científicos, com aqueles provenientes das inter-relações sociais e da própria natureza humana. Além da sólida preparação em conteúdos científicos e tecnológicos, estes líderes precisam de um profundo entendimento de questões não técnicas que gravitam em torno da inovação tecnológica a fim de que possam atingir os resultados dos sistemas desejados e evitar consequências não intencionais. As implicações da educação incluem a preparação dos estudantes de forma precoce em seus currículos para sistemas de integração que passe através das disciplinas acadêmicas.

A Engenharia moderna é uma profissão focada na **inovação** com a intenção deliberada de melhorar as vidas das pessoas em larga escala. E é consenso entre grandes gestores que um profissional inovador deve apresentar ótimas habilidades para trabalhar em equipe e apresentar espírito colaborativo, se comunicar bem, saber liderar, solucionar problemas e questionar constantemente, ser observador, estabelecer rede de contatos com pessoas com diferentes perspectivas. O engenheiro inovador deve possuir conhecimento quantitativo e memória eficiente para recuperar e analisar dados, fluidez, velocidade e profundidade de pensamento para raciocinar com agilidade e explorar com destreza todo o conhecimento adquirido em experiências anteriores para a rápida solução de novas situações, além de ampla capacidade de comunicação tanto para adquirir novos conhecimentos quanto para comunicá-los a outros (Figura 1).

Figura 1 – Cultura do engenheiro.



Fonte: Adaptado de Fernandes et al (2015)

A atuação do novo departamento é também como articulador das ações de ensino, pesquisa e extensão em colaboração com os demais departamentos do Centro de Tecnologia e outros da UFC que dialoguem com o anterior, indo ao encontro das demandas destes departamentos no que concerne à interação entre componentes curriculares e a inserção do aluno no universo da Engenharia. Este movimento simbiótico pressupõe que o novo departamento estará atento à dinâmica dos demais de forma a respeitar suas respectivas fronteiras de atuação e estimular as relações de formação de parceria para a concepção e a realização de atividades visando o desenvolvimento e o fortalecimento dos processos de ensino e aprendizagem.

O processo caracteriza-se por ser inovador, na medida em que se trata de um departamento que nasce para integrar os outros departamentos do Centro de Tecnologia (CT) e da UFC.

### **3 MULTIDISCIPLINARIDADE E ENGENHARIA**

A ideia de que a fragmentação facilita a compreensão do conhecimento científico orientou a elaboração dos currículos básicos em diversas disciplinas consideradas indispensáveis à construção do saber escolar. Por outro lado, a compreensão de fenômenos mais complexos fica comprometida por esta visão simplista baseada na fragmentação. Uma solução adotada para amenizar este problema é a de relacionar as várias disciplinas do currículo. Segundo Jean Piaget, as relações entre as disciplinas podem se dar em três níveis: multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade.

Para BANKEL et al (2002) estudantes de engenharia devem se formar com um vasto conhecimento técnico desenvolvendo as competências: Pessoais (resolução de problemas, pensamento sistêmico), Interpessoais (comunicação, trabalho em equipe) e Profissionais (desenvolver produtos e sistemas).

A grande velocidade dos avanços tecnológicos, acrescida dos grandes desafios econômicos e sociais resulta na permanente necessidade de atualização curricular. Assim, o planejamento, a elaboração e a oferta dos cursos de engenharia, bem

como o perfil do profissional buscado pelo setor empresarial, caracterizam um notável desafio para a academia (BORGES & ALMEIDA, 2013, p. 1). A preocupação com o perfil do profissional envolve desenvolvimento das competências, habilidades e atitudes éticas, sociais e ambientais. Como consequência, exigem novos esquemas de avaliação e estratégias de ensino-aprendizagem (MACEDO et al., 2012, p. 3).

Na **multidisciplinaridade**, conforme ilustrado na Figura 2, recorre-se a informações de várias matérias para estudar um determinado elemento, sem a preocupação de interligar as disciplinas entre si. As disciplinas envolvidas mantêm suas próprias metodologias e teorias, sem modificações e não há uma real integração dos resultados obtidos, pois as soluções são buscadas sem explorar a articulação entre as disciplinas. Essa é a forma mais sutil de relacionamento entre as disciplinas, e conseqüentemente se torna menos eficaz para a transferência de conhecimentos integrados para os alunos.

Figura 2 – Multidisciplinaridade: duas ou mais disciplinas envolvidas sem real integração



Fonte: Os autores

Na **interdisciplinaridade**, uma interação entre duas ou mais disciplinas é estabelecida, numa perspectiva teórico-metodológica comum, como sugere a Figura 3. Os problemas são solucionados através da articulação das disciplinas de forma a promover a integração dos resultados obtidos, sem ferir os seus interesses próprios. O ensino baseado na interdisciplinaridade proporciona uma aprendizagem mais estruturada e rica, pois os

conceitos estão organizados em torno de unidades mais globais, de estruturas conceituais e metodológicas compartilhadas por várias disciplinas.

Finalmente, na **transdisciplinaridade**, a cooperação entre disciplinas atinge um estágio tão avançado que as fronteiras de conhecimento já não mais existem. Os campos de conhecimento associados se fundem e se tornam inseparáveis sob a forma de uma nova “macrodisciplina”, na qual nenhum saber é mais importante que o outro. As diversas especialidades da Engenharia podem ser vistas como exemplos de transdisciplinaridade, em particular as especialidades mais recentes como é o caso das Engenharias Ambiental, de Computação, de Minas e de Materiais. De uma forma geral, uma abordagem bem aceita para se fragmentar o conhecimento é aquela que permite enxergar a formação do Engenheiro como fruto da superposição de três grandes núcleos, conforme estrutura em blocos da Figura 4. O primeiro núcleo é formado pelos componentes curriculares de **Ciências Básicas**, no qual seus problemas e enfoques são, em geral, bem delimitados e restritos, fazendo apelo a aspectos isolados que os caracterizam. Este núcleo é eminentemente multidisciplinar.

Figura 3 – Interdisciplinaridade: interação entre duas ou mais disciplinas é estabelecida.



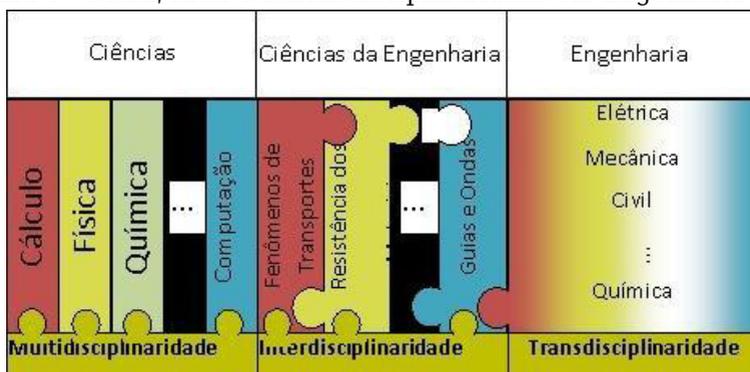
Fonte: Os autores

O segundo núcleo é representado pelas **Ciências de Engenharia**, no qual alguma interação é esperada entre seus com-

ponentes curriculares, através do uso de ferramentas e metodologias adquiridas nas Ciências Básicas para a resolução de problemas bem mais amplos, porém correlacionados e associados à modelagem mais realista de fenômenos e processos. Sendo assim, trata-se de uma etapa fundamentalmente interdisciplinar.

Por fim, o terceiro núcleo consiste na **Engenharia** propriamente dita, no qual se buscam soluções aplicáveis para problemas mais realistas (amplos e irrestritos) recorrendo a saberes e habilidades técnicas diversas, os quais estão imbricados a tal ponto que já não mais podem ser vistos em separado, mas sim como um campo de conhecimento a parte. A Figura 4 ilustra esta visão, no qual a multi, a inter e a transdisciplinaridade atuam de forma transversal ao longo de todo o ciclo de formação do Engenheiro.

Figura 4 – Multi, Inter e a Transdisciplinaridade em Engenharia



Fonte: Os autores

Atualmente, o DIATEC, está inserido em um ambiente *Multidisciplinar de Engenharia*, concebido com foco nas competências do Engenheiro, se propondo a contribuir de maneira transversal à estrutura curricular ao longo de toda a sua formação.

Observa-se que os componentes curriculares contêm especificidades progressivas que se adequam à formação do engenheiro, preparando-o para esta ambientação, sem perda dos

valores científicos e/ou matemáticos que lhes são intrinsecamente associados. Isto deixa claro que a estrutura curricular atualmente adotada nos cursos de Engenharia do CT já é naturalmente multi e interdisciplinar, pois as disciplinas/conteúdos associados aos núcleos da Figura 4 já estão presentes atualmente nos cursos de Engenharia do CT.

A criação do DIATEC vem, portanto, regulamentar e estruturar oficialmente um mecanismo de formação que vem sendo praticado efetivamente no Centro de Tecnologia. Respeitando o princípio da não exclusividade e da não duplicidade de recursos, o novo departamento se encaixa com perfeição nas lacunas de articulação dos conteúdos entre os núcleos, as quais são naturalmente deixadas de ser preenchidas pelos demais departamentos de Engenharia especialistas. Dessa forma, o novo departamento vem para ocupar os espaços necessários e promover a unidade nas formações do engenheiro, sem ferir a autonomia dos outros departamentos. Ou seja, o objetivo é melhorar a formação em engenharia tendo como o foco a apresentação dos conhecimentos voltados diretamente para o engenheiro.

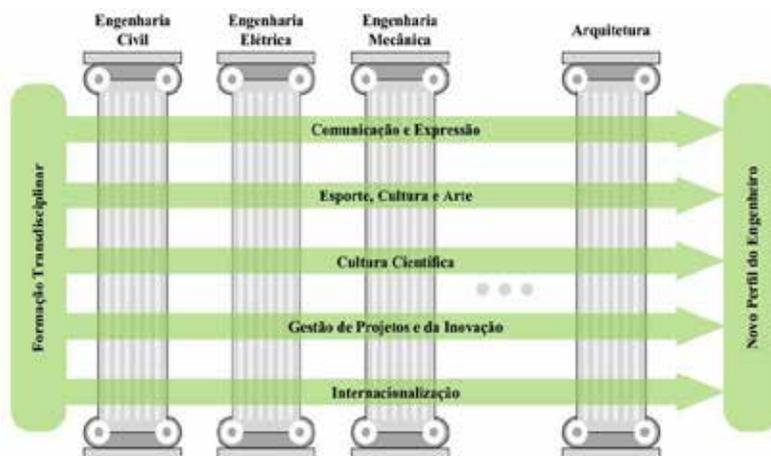
Organizados sob a forma de macro-disciplinas, os diversos campos de conhecimento científico interagem e se relacionam criando uma nova área de conhecimento reconhecida internacionalmente, a área *Interdisciplinar*. No Brasil, as universidades habitualmente trabalham com subdivisões destas macro-disciplinas sob a forma de 'componentes curriculares'. Com o intuito de facilitar o desenvolvimento das atividades de avaliação dos programas de pós-graduação, a CAPES agrega as áreas de conhecimento por critério de afinidade, em dois níveis: os Colégios e as Grandes Áreas. Sob a denominação 'Multidisciplinar', a CAPES reconhece esta que é uma das Grandes Áreas do Colégio de Ciências Exatas, Tecnológicas e Multidisciplinar, no qual se encontram ainda, dentre outras, as Grandes Áreas das Engenharias, Ciência da Computação, Materiais, Ensino e a área denominada 'Interdisciplinar'.

De acordo com o mais recente documento de área publicado pela CAPES (4), desde sua criação em 1999, a Área Interdisciplinar vem apresentando a maior taxa de crescimento

na CAPES. Isto decorre provavelmente de dois fatores até certo ponto independentes, mas de atuação concomitante. Em primeiro lugar, a existência da área propiciou e induziu a proposição, na pós-graduação brasileira, de cursos em áreas inovadoras e interdisciplinares, acompanhando a tendência mundial de aumento de grupos de pesquisa e programas acadêmicos com foco em questões complexas.

Considerando a existência e o desenvolvimento de estruturas organizacionais de novos setores de conhecimento integrados nos organismos de acreditação e de avaliação existentes no país, é natural que haja replicação das mesmas nas instituições que se ocupam com os processos de formação de nível superior, como já se verifica em diversas universidades mundo afora, mas também em instituições de ensino superior brasileiras, como a Universidade Federal do ABC (UFABC), a qual oferece um curso de bacharelado em Ciência e Tecnologia, focado no núcleo de Ciências Básicas e na formação profissional multidisciplinar, sendo o egresso deste curso apto a ingressar em uma formação especialista em Engenharia (com oito especialidades disponíveis).

Figura 5 – Pilares da tecnologia e a formação integrada visando o novo perfil do egresso.



Fonte: Fernandes, C. E. et al (2015)

A justificativa para o Centro de Tecnologia da UFC é de se adequar a esta visão moderna da Educação em Engenharia, onde as especialidades da Engenharia, representadas pelos departamentos de especialidade (sendo treze no total, ao incluir o Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Design), devem ser vistas como pilares da formação do engenheiro e de todo o desenvolvimento tecnológico (figura 5). No entanto, através destes pilares, as diversas habilidades e conhecimentos, tanto científicos quanto profissionais e/ou humanísticos, permeiam a construção do currículo do engenheiro, conferindo-lhe solidez, visão de mundo e maturidade profissional. Estas funções recaem necessariamente sob o responsável pela formação. Pelo atual modelo de departamentos especialistas, há um risco intrínseco de multiplicidade de recursos, dado que um número maior de profissionais pode vir a ser afetado nas unidades curriculares de Núcleo Básico e de formação profissional, que são comuns a vários cursos de Engenharia. Embora estas 'competências' existam de forma independente e em grande imersão na universidade, no entanto, estas responsabilidades poderiam ser abrigadas por um único departamento que se articula com os demais e promove a unidade nos cursos de graduação em Engenharia, respeitadas suas especialidades.

Entre outras abordagens, o DIATEC passa a ser responsável também pela integração no ensino de graduação de ferramentas tais como a mobilidade discente e docente o ensino à distância (EaD), em estreita colaboração como Instituto UFC Virtual, (<http://www.virtual.ufc.br/>). A proposta do DIATEC é que as ações multidisciplinares devam ocorrer de forma harmônica com as especialidades promovidas pelos departamentos responsáveis pelas respectivas formações. A forma de operacionalizar esta 'integração' acadêmica e tecnológica é missão principal do DIATEC. Esta formação se baseia nos 'pilares' da engenharia, mas agrega a estes outras competências que trabalhem aspectos comportamentais que melhorem a relação entre os atores: setor produtivo, instituição, alunos e professores. O detalhamento deste processo é apresentado de forma sucinta a seguir.

## 4 METODOLOGIA

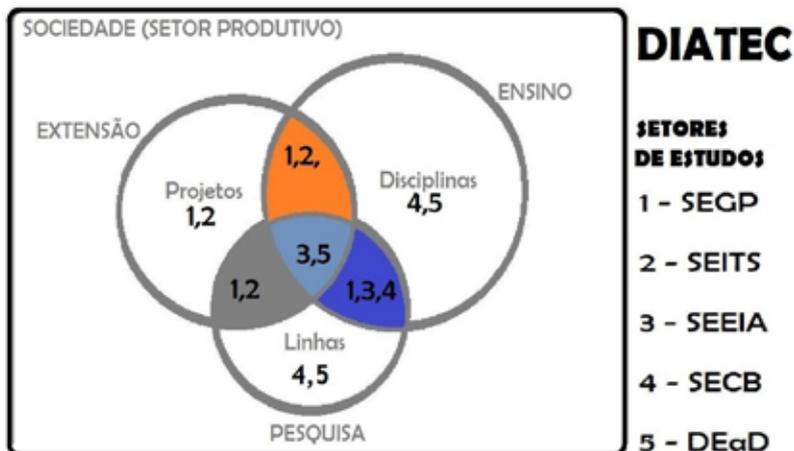
O DIATEC vem balizando suas ações, de forma geral, em duas grandes áreas de Integração: Acadêmica e Tecnológica. A forma de articulação destas ações com os diversos Setores de Estudos (FERNANDES, C. E. R. et al (2015), tem sido dinâmica e dialoga com outros departamentos e centros da instituição, além do setor produtivo e da sociedade. Composto inicialmente por cinco Setores de Estudos: SEGP (Gestão e Projetos); SEITS (Inovação Tecnológica e Sustentabilidade); SEEIA (Estágio Supervisionado, Extensão, Internacionalização e Atividades); SECB (Conteúdos Básicos); DeaD (Docência de Engenharia e Ensino à Distância), o DIATEC vem desenvolvendo diversas ações 'entre' estes setores que estão resultando em excelentes iniciativas. A Figura 6 representa estas ações.

Em relação a '**Ensino e Disciplinas**', o DIATEC vem se articulando com outros departamentos e buscando se atualizar em relação a ajustes de ementas e propostas de Planos Pedagógicos de Cursos (PPCs). O departamento oferece uma grade de 19 (dezenove) disciplinas, distribuídas nos treze cursos do centro de tecnologia.

Em relação a "**Extensão e Projetos**" já existe um avanço em relação a criação de Ações Extensionistas no departamento. Gradualmente, colegas professores iniciam seus esforços em relação a busca pela aplicação de conhecimentos produzidos na academia para a sociedade, seu mercado de trabalho onde percebem-se duas ações importantes.

A primeira, em relação ao *incentivo ao corpo discente*, para que eles sejam *empreendedores*. Outra ação, diz respeito ao tema *sustentabilidade*, o qual vem produzindo esforços importantes que poderão resultar em bons trabalhos acadêmicos, patentes e reflexos no ensino de graduação.

Figura 6 – DIATEC: Ações de Integração Acadêmica e Tecnológica e Setores de Estudos



Fonte: Os autores

Em resumo, observa-se com maior intensidade, esforços na integração tecnológica (profissional), com foco em empreendedorismo. Já se iniciaram, em relação a integração acadêmica, projetos de relação entre o 'ensino-extensão', no que diz respeito a 'sala de aula invertida', o uso das tecnologias DTics (Docência Integrada às Tecnologias da Informação e Comunicação), programa criado pela UFC Virtual e o Projeto CASA. Percebe-se que ainda é necessária uma maior participação de setores de estudos SECB e DEaD.

No que diz respeito à '**Pesquisa e Linhas**', observa-se discreta porém crescente comunicação entre os professores de outros setores de estudos para o desenvolvimento de ações de parcerias de pesquisas, no caso artigos, entre os professores do departamento e outros docentes do Centro de Humanidades, mais especificamente, da Pedagogia e Pós Graduação em Educação, inclusive utilizando os AVAs, Ambientes Virtuais de Aprendizagem. A seguir, são apresentados Ações de Integração/interações.

## 5 AÇÕES DE INTEGRAÇÃO DO DIATEC NO CT/UFC

Criado pelo colegiado do CONSUNI UFC, em 14 de agosto de 2015, o DIATEC é composto por **treze professores**. A partir de sua primeira reunião regimental, o grupo de se reúne mensalmente e em Seminários onde são debatidas as pesquisas e projetos.

Dentre estes esforços, destacam-se: o **Grupo de BIM** (plataforma BIM para as engenharias), o qual, atualmente, tornou-se **EPE** - Escritório de Projetos Integradores de Engenharia. Outro esforço notável, o **PACCE**, ou Programa da UFC em Aprendizagem Cooperativa em Células Estudantis (figura 7a) vem sendo aliado a outra ação, os Encontros de "Tecnodocência", envolvendo professores do Instituto UFC Virtual, em cursos de capacitação de docentes e alunos no **PROFITIC** (figura 7b), ou Formação para Docência Integrada às Tecnologias da Informação e Comunicação. Todos estes programas, hoje parceiros do DIATEC em diversas ações integradas, são alojados na Coordenadoria de Inovação e Desenvolvimento Acadêmico da Escola Integrada de Desenvolvimento e Inovação Acadêmica (EIDEIA) da UFC.

Dentre os esforços de Integração Tecnológica, com foco no ensino/aprendizagem em Engenharia, destacam-se: O projeto **Casa Conceito** (casa sustentável, movida a energia solar com construção 'limpa' e água potável por dessalinização); o **EPE**, Escritório de Projetos Integradores em Engenharia (Figura 8a. uma evolução do grupo de BIM) o qual prevê a construção de um campus virtual na metodologia BIM que tenha incursões na Coordenadoria de Projetos de Obras da UFC. Este projeto prevê a simulação de um escritório real, com seminários e palestras de empresas convidadas que utilizam a metodologia BIM. por fim, o Projeto **'Café com StartUP'** (figura 8b.), promovido pelo Curso de Engenharia de Computação e apoio do DIATEC, apresenta experiências de alunos egressos e atuais na constituição e desenvolvimento de ações de empresas do setor de Tecnologias da Informação.

## Figura 7 – Ações de Integração Acadêmica do DIATEC



Figura 7a. PACCE



Figura 7b. PROFITIC

Fonte: Os autores

## Figura 8 – Ações de Integração Tecnológica do DIATEC



Figura 8a. EPE



Figura 8b. Café com Startup

Fonte: Os autores

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Centro de Tecnologia na UFC vem se destacando nos últimos vinte e cinco anos como unidade acadêmica que atua intensamente, em quantidade e qualidade, nas diversas e ricas atividades do contexto universitário indissociável do ensino, da pesquisa e da extensão. Destaca-se sua competência, capacidade e habilidade intrínsecas para gerenciar a natureza multi e interdisciplinar das engenharias, integrando as atividades acadêmico-industriais, em consonância com os interesses da sociedade em geral.

O DIATEC surge de forma natural neste contexto favorecendo a busca do aproveitamento ótimo dos recursos existentes e por virem, no interesse do desenvolvimento das estruturas de suporte à formação integrada do Centro de Tecnologia, a fim

de contribuir para a melhoria dos indicadores de qualidade da UFC, tanto no ensino de graduação e pós-graduação, na pesquisa, na extensão, intensificando a missão da UFC em servir mais e melhor à sociedade cearense e brasileira, para consolidar o exercício da conquista de sua soberania e autodeterminação.

## REFERÊNCIAS

BANKEL, JOHAN *et al.* The CDIO Syllabus. A comparative study of expected student proficiency. Novembro, 2002.

BORGES, M. N.; ALMEIDA, N. N. Perspectivas para engenharia nacional desafios e oportunidades. Revista de Ensino de Engenharia, v. 32, n. 3, 2013. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/revista/index.php/abenge/article/view/238/170>. Acesso em: 10 abr. 2016.

BRASIL .Conselho Nacional de educação. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002b. Publicada no DOU, Brasília, 9 de abril de 2002a. Seção 1, p. 32.

Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Parecer CNE/CES 1362/2001. Diário Oficial da União de 25/2/2002, Seção 1, p. 17. Brasília, 2002b.

FERNANDES, C. E. R. et al (2015). "Proposta de Criação do Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica em Engenharia e Arquitetura". Comissão de Elaboração da Proposta. Universidade Federal do Ceará. Junho/2015;

MACEDO, R. J.; DUARTE, M. de A.; TEIXEIRA, N. G. . Novas metodologias de ensino e aprendizagem aplicadas ao curso de Engenharia Elétrica: o foco do ensino no século XXI. Anais do Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2012.

# **PIATEC - INTEGRAÇÃO ACADÊMICA E TECNOLÓGICA: UMA DISCIPLINA INTERDISCIPLINAR BASEADA EM PBL**

**Helano de Sousa Castro**  
**Antonio Paulo de Hollanda Cavalcante**  
**Carlos Estêvão Rolim Fernandes**  
**Cely Martins Santos de Alencar**  
**João José Hiluy Filho**

## **1 INTRODUÇÃO**

“Cientistas descobrem um mundo que existe; engenheiros criam um mundo novo” [CROWLEY et al, 2014]. Essa afirmação ilustra o aspecto de inovação inerente à Engenharia. Historicamente, muito da visão atual dos fundamentos de engenharia foram moldados pelo que ficou conhecido como revolução da engenharia científica, revolução esta que se inicia no MIT nos anos da II Guerra Mundial, em experiências adquiridas em projetos como o desenvolvimento do Radar [CROPLEY 2015].

Muita discussão tem acontecido em fóruns especializados sobre metodologias de ensino e aprendizagem de um modo geral, e na área de engenharia de um modo particular. De fato, devido à grande dinâmica na área da Engenharia, é importante se discutir o perfil do engenheiro deste século [NAE 2005] [GOLDENBERG et al, 2014]. Um dos pontos relevantes nessa discussão diz respeito à relação entre as atividades (carga horária) em sala de aula e atividades extra-sala, no conjunto de disciplinas que formam a estrutura curricular dos cursos de engenharia, com demanda crescente para a segunda modalidade. A metodologia de ensino em engenharia Project-Based Learning (PBL) [CHANDRASEKARAN et al, 2012] [CONDIFFE et al, 2016] [BERREL 2007] pode favorecer a esse apelo, no sentido em que incentiva o uso de problemas práticos de engenharia, como forma de realizar a transferência e experiência do conhecimento, além de seu uso em problemas reais. Embora essa metodologia tenha tido grande reconhecimento na área de ensino de engenharia, resta a questão de que tipos de

projetos poderiam proporcionar uma vivência real para o aluno de engenharia, tanto na abordagem dos problemas, como na abrangência dos mesmos.

A formação moderna dos profissionais em Engenharia pressupõe a integração de conhecimentos não apenas de sua área específica, mas também de outras áreas da engenharia, na medida em que nesta, assim como em outras áreas, não existe conhecimento isolado no mundo real. Sabe-se que o conhecimento não está compartimentalizado no mundo real e, portanto, as soluções propostas por um profissional em Engenharia devem levar em conta outras áreas profissionais dentro de Engenharia, e até mesmo de outras áreas que não as suas áreas originais. Além disso, deveria também ser proporcionado ao aluno uma vivência profissional com os profissionais destas, e de outras áreas diferentes da sua, a fim de que suas soluções não estejam dissociadas do ambiente no qual elas serão aplicadas. Em resultado disso, destaca-se a necessidade, na formação dos profissionais em Engenharia, de uma disciplina que permita a fluidez do conhecimento não apenas de forma multidisciplinar, mas também interdisciplinar [MACGILLIVRAY et al, 2007], e que permita sua convivência com alunos de outras áreas da engenharia, e até mesmo, como indicado acima, de outras áreas e tendo, portanto, um caráter integrador em nível não apenas de seu curso. Por outro lado, modernas metodologias de ensino em engenharia, particularmente PBL, que essa integração, bem com assimilação e solidificação de conhecimentos, perpassam uma vivência prática do aluno, através da realização de projetos que não apenas possibilitem ao mesmo aplicar esses conhecimentos, mas também adquirir experiência pela exposição de problemas reais de Engenharia.

Desta forma, conforme salientado anteriormente, a conjugação desses dois pressupostos indica a necessidade de uma disciplina que possibilite ao aluno trabalhar, em conjunto com outros alunos não só de sua área, mas de outras áreas da engenharia, em projetos que sejam ou emulem situações reais em Engenharia. Esses projetos devem envolver conhecimentos de mais de uma subárea desta, e ainda permitir que os alunos trabalhem em grupos de alunos que pertençam a essas outras

sub-áreas, no esforço de conceber, propor e executar soluções nesses projetos de engenharia. Esta prática permite que todos possam adquirir a vivência real de uma situação de sua futura atuação como engenheiro, onde a solução de problemas perpassa várias áreas da engenharia e de outras áreas do conhecimento. No trabalho de equipe também é muito importante que seja despertado o espírito de cooperação, como será mencionado na próxima sessão.

## **2 MULTIDISCIPLINARIDADE E INTERDISCIPLINARIDADE EM PROJETOS REAIS**

Nos mais de doze anos trabalhando com projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no Laboratório de Engenharia de Sistemas de Computação (LESC – [www.lesc.ufc.br](http://www.lesc.ufc.br)) da Universidade Federal do Ceará, um dos autores (Castro) coordenou mais de quarenta projetos de sucesso para empresas como IBM, INTEL, AMD, HP, LENOVO, Solectron, Flextronics, Intelbras, Dígito. Essa experiência foi bastante enriquecedora não apenas para realização de diversos projetos de sucesso, que contribuíram sobremaneira para a tecnologia nacional, mas também foi um laboratório para se estudar o comportamento de alunos e engenheiros ao desenrolar dos projetos. Nesse sentido, foi possível observar a dinâmica da realização dos projetos, e como os engenheiros e estudantes de engenharia se comportavam diante dos mesmos, diante dos desafios que encontravam. O LESC está ligado ao Departamento de Engenharia de Teleinformática (DETI) da UFC, e é usado por muitos alunos do Curso de Engenharia de Computação para realizar estágios. Em vista disso, em todos os projetos contaram com a participação não apenas de engenheiros do LESC, mas também de estudantes dos Cursos de Engenharia de Computação e/ou Engenharia de Teleinformática da UFC, dentre outros cursos. É importante ressaltar como tem sido importante para formação em engenharia desses estudantes suas participações nos projetos, fato que se correlaciona com alguns resultados da aplicação de PBL. No entanto, em inúmeros projetos (todos voltados para área de Tecnologia da Informação e Comunicação – TIC) foi-nos possível detec-

tar que a solução de muitos problemas não encontrava resposta apenas com conhecimento na área de Engenharia de Computação.

A fim de exemplificar uma situação real, um dos projetos consistiu na concepção e implementação de uma placa eletrônica para um computador para aplicações em sistemas embarcados, tendo como cliente final a AMD [CASTRO et al, 2008]. Devido ao fato do nível dos requisitos de placas envolverem cada vez mais uma redução de seu tamanho, a densidade de componentes da placa aumentou e, por conseguinte, o número de sinais que circulam na placa também. Esse fato pode aumentar as chances de interferência eletromagnética não apenas entre os sinais que trafegam na placa (fato que tem se agravado com o aumento da frequência de operação dos componentes), mas também em dispositivos nas cercanias. Esse fenômeno é conhecido como EMI (Eletromagnetic Interference), ou Interferência Eletromagnética. Para resolver esse problema, técnicas de Integridade de Sinais (Signal Integrity) têm que ser aplicadas, e de fato, o projeto das placas eletrônicas atualmente provavelmente é mais complexo que o projeto eletrônico propriamente dito (esquemático). Algo que nos chamou a atenção foi que, para que resolver o problema, trabalhamos também com a engenheiros mecânicos e de design, pois a geometria do chassi nos ajudou a resolver o problema. Embora seja óbvio que a solução dos problemas *no mundo real* de uma área de engenharia (no caso, Engenharia de Computação), passa por outras áreas da engenharia, e até mesmo de outras áreas que não a engenharia, esse fato surpreendeu alguns alunos, pois eles imaginaram que apenas seus conhecimentos adquiridos no curso seriam suficientes para ser um engenheiro de computação capaz de lidar de forma completa com os problemas oriundos na execução dos projetos. Isso também nos chamou a atenção para o currículo dos cursos de engenharia que tínhamos mais contato, que promovem uma formação fechada em sua área específica, não proporcionando experiências práticas que envolvam conhecimentos de outras áreas da engenharia, bem como as relações recíprocas que se entrelaçam e se confundem, e confundem o engenheiro desprevenido e despreparado para essa realidade. Essa constatação

nos inspirou a propor uma disciplina denominada Projeto de Integração Acadêmica e Tecnológica, ou PIATEC.

Um outro aspecto importante que um dos autores (Castro) percebeu, é que o sucesso desses projetos depende não apenas dos aspectos tecnológicos, mas também psicológicos. Um conjunto de excelentes profissionais não perfaz uma equipe. Esta última envolve agregar não somente conhecimento (inter ou transdisciplinar), mas, dentre outros fatores (e isso certamente caberia um outro artigo para discussão) alinhar vários vetores motivacionais; reposicionar competências para seus devidos lugares; gerenciar egos e promover um clima de cooperação. Esta última tarefa é envolve muitos aspectos psicológicos, na medida em que no mundo, e particularmente na academia e da TIC (Tecnologia de Informação e Comunicação), impera o aspecto competitivo. Esses aspectos, incluindo o cooperativo, devem fazer parte de uma disciplina que almeje trabalhar na linha PBL, de forma a preparar o futuro profissional de engenharia para uma realidade tão complexa quanto a do mundo atual [SELINGER 2004].

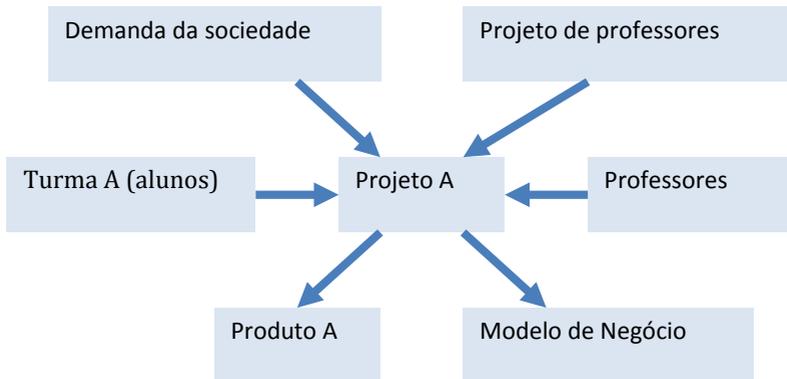
### **3 METODOLOGIA**

A disciplina Projeto de Integração Acadêmica e Tecnológica (PIATEC) foi pensada partir da percepção de que o aumento da complexidade dos projetos de engenharia, irá requerer do engenheiro do século XXI uma experiência real de projeto que emule a situação que ele deverá encontrar. De fato, o profissional de engenharia deverá lidar com saberes que extrapolam aqueles apreendidos na universidade, e que influenciam profundamente não apenas a validade social de seus projetos, mas também os próprios requisitos dos mesmos. Além disso, ao se deparar com problemas reais de engenharia, que se relacionam com aqueles de outras áreas, o aluno é levado a desenvolver um pensamento crítico [DYM et al, 2005].

PIATEC compreende a realização de um projeto integre conhecimentos de mais de uma área de engenharia, possibilitando um grupo de alunos, trabalhando em grupos, e sob a supervisão de professores das áreas envolvidas, realizar um projeto multidis-

ciplinar/interdisciplinar na área de engenharia, baseado em um problema real. Ao final do projeto, dois resultados deverão ser produzidos: um produto que implemente a solução do problema alvo do projeto; e um modelo de negócio visando a comercialização deste produto. Ela é ministrada em caráter semestral com quatro créditos (sessenta e quatro horas/aula).

Figura 1 – Estrutura operacional da disciplina PIATEC.



Fonte: Os autores

É importante salientar que, dependendo da complexidade do projeto, ele pode se estender na oferta de PIATEC no semestre seguinte (por exemplo, com PIATEC 1, e PIATEC 2). Do ponto de vista operacional, a disciplina é ofertada em turmas (turma A, turma B, etc), sendo que a cada turma está associado um projeto que envolve áreas de conhecimento de pelo menos dois cursos de engenharia, com idealmente igual quantidade de professores dos respectivos cursos. Cada turma tem os alunos relacionados com os cursos envolvidos no projeto, sendo o tamanho da turma definido de acordo com o projeto e os recursos disponíveis na instituição. A figura 1 mostra essa estrutura operacional da disciplina. Na figura 1, as setas apontando para o Projeto correspondem às entradas para o mesmo, o que basicamente consiste dos elementos humanos (professores e alunos); outra entrada para disciplina é a alimentação de projetos, que podem consistir de projetos originados de professores

(possivelmente já empreendidos em rede, ou seja, envolvendo mais de uma engenharia, pelo menos), mas que tenha origem de demandas reais, o de projetos vindos de demanda da sociedade ou mesmo de setores da universidade (por exemplo, um equipamento para o hospital universitário). Cada turma está relacionada com um projeto, um grupo de alunos e de professores de diferentes cursos de engenharia, e que estejam contextualizados no escopo do projeto.

Devido ao seu caráter de cunho prático, PIATEC está alinhado com práticas relacionadas com PBL. Por outro lado, o aspecto multidisciplinar/interdisciplinar da disciplina está contemplado na medida que conhecimentos de pelo menos dois cursos de engenharia estarão presentes na problemática do projeto. Os alunos devem atuar como um grupo, emulando uma situação real de um grupo de projeto, liderado por coordenadores de projetos (no caso, os professores).

Outro aspecto da disciplina importante da disciplina, é fato do grupo de alunos terem que gerar um **plano de negócio** para o produto projetado e implementado. Isso deve-se ao fato do objetivo da disciplina ser realmente emular uma situação real, em que a viabilidade do processo de comercialização é exercitado. Naturalmente que, quando a demanda do produto advém de origem cliente definido, o plano de negócio pode elaborado em pelo mesmo, mas ainda assim os alunos teriam contato com essa realidade.

Um exemplo típico de um projeto que poderia ser abordado na disciplina PIATEC é o projeto de um veículo de competição entre universidades, e projetado no Centro de Tecnologia (CT) da UFC, denominado Mini-Baja. Nesse veículo podem ser encontrados subsistemas que estão relacionados com vários curso de engenharia do CT: a estrutura metálica, com a Engenharia Metalúrgica; a estrutura mecânica, com a Engenharia Mecânica; a parte elétrica, com a Engenharia Elétrica; o computador de bordo, com a Engenharia de Computação; e o modelo de negócio com a Engenharia de Produção. Desta forma, uma turma da disciplina PIATEC poderia estar associada com o projeto do mini-baja, nesse caso com alunos de cinco cursos

diferentes de engenharia, e cinco professores envolvidos com o grupo. De fato, a oferta da disciplina para o próximo semestre prevê, como primeiro projeto, uma bicicleta elétrica.

### **3.1 Conformidade com modernas práticas do ensino de engenharia**

A disciplina PIATEC deverá ser ofertada a partir do período 2017.2, tendo tido retardo nesse processo por motivos burocráticos. Por outro lado, além de ter sido concebida a partir das motivações indicadas no item 2 deste trabalho, o seu projeto está pari-passu com as diretrizes que motivaram o atual processo de reforma curricular no CT/UFC.

As diretrizes curriculares nacionais para os cursos de engenharia [BRASIL 2002a] [BRASIL 2002b] incentivam uma autonomia e protagonismo estudantil na aprendizagem, na medida em que o aprendizado só se consolida se o estudante desempenhar um papel ativo na construção de seu próprio conhecimento e experiência, com orientação e participação do professor. A disciplina, ao envolver o aluno em um grupo de projeto favorece sobremaneira ao provimento dessas recomendações.

Outro aspecto mencionado nestas diretrizes se relaciona com o conceito de programa de estudos coerentemente integrado, que se fundamenta-se na necessidade de facilitar a compreensão totalizante do conhecimento pelo estudante, buscando-se a visão global do conhecimento, a superação da sua fragmentação. Em seu caráter multi/inter disciplinar, a disciplina vai ao encontro dessa recomendação. A disciplina também contribui com a redução do tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo dos estudantes, na medida em que se constitui da realização de um trabalho de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do(s) curso(s).

## **4 O EXEMPLO DE PROJETO DE PIATEC**

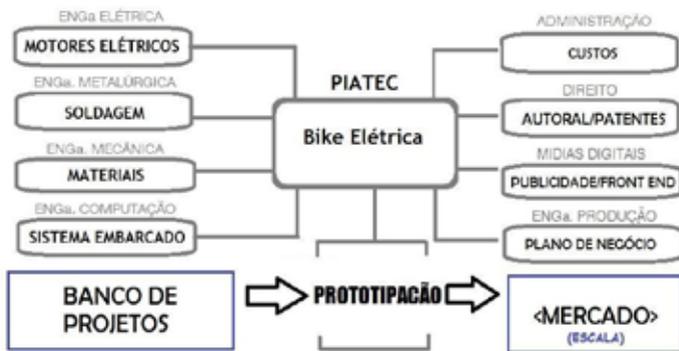
A fim de ilustrar um caso real que será usado para uma turma de PIATEC, será descrito como o projeto de uma bicicleta elétrica (figura 2) será executado em uma das turmas da disciplina.

A estruturação desta turma encontra-se em processo de diálogo com os envolvidos neste primeiro momento: professores, cursos, Coordenadoria de Programas Acadêmicos (CPA), empresas (mercado) e entes de gestão de projetos. O projeto da "bike elétrica" deverá envolver oito cursos: Engenharia Elétrica, Engenharia Metalúrgica, Engenharia Mecânica, Engenharia de Computação e Engenharia de Produção, Administração, Direito e Mídias Digitais (ver figura 2). Em termos de divisão de participantes, a proposta estima que dois alunos por curso possam participar, e um professor de cada curso. Os alunos já deverão ter cursado disciplinas que sejam importantes para dar subsídio às suas participações na mesma.

A estimativa é que a atuação do professor da disciplina seja teórica e prática (embora PIATEC seja eminentemente prática, existem "pontos de sincronização", que consistem de horas em sala de aula ou laboratório para discussão com a equipe de alunos e professores. Por esse motivo a disciplina foi estruturada como três créditos de prática e um de teórico (um crédito correspondendo a 16 horas-aula).

Conforme já foi salientado, a disciplina pode ser estendida para um outro semestre, dependendo do grau de complexidade e escopo do projeto. No caso analisado, a previsão é de dois semestres.

Figura 2 – Exemplo de Proposta de Operacionalização de PIATEC nos cursos da UFC



Fonte: Os autores

## 5 CONCLUSÃO

Nesse artigo foi discutido a proposta de uma disciplina que incorpora elementos de PBL e multi/interdisciplinaridade, como forma de emular o nível de complexidade de um projeto real de engenharia. Sua concepção foi realizada a partir da experiência com vários projetos reais e complexos desenvolvidos para grandes multinacionais da área da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Além disso, a formatação da disciplina se deu a partir de experiências de metodologias PBL e com a discussão com professores de diversas áreas da engenharia, particularmente com professores do Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica (DIATEC) do Centro de Tecnologia (CT) da UFC. Na medida em que o departamento tem como um de seus objetivos exatamente a integração de conhecimentos das diversas engenharias do CT, a disciplina é uma iniciativa do DIATEC.

Uma turma piloto está prevista para o próximo semestre letivo, na execução do projeto-exemplo mencionado anteriormente, e o próximo passo da pesquisa da qual faz parte essa a proposta desta disciplina, é coletar dados para seu aperfeiçoamento, e também para servir de base para outros projetos do DIATEC.

## REFERÊNCIAS

BRASIL a . Conselho Nacional de educação. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002b. Publicada no DOU, Brasília, 9 de abril de 2002a. Seção 1, p. 32.

BRASIL b. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Parecer CNE/CES 1362/2001. Diário Oficial da União de 25/2/2002, Seção 1, p. 17. Brasília, 2002b.

BERREL, John. Problem-Based Learning - An Inquiry Approach. Corwin Press, 2nd Edition, 2007.

CASTRO, Helano S.; SILVEIRA, Ricardo Jardel N.; MOREIRA, Raul C. Ramos, C.C.L; LEITE, F. Vanilson P; COELHO, Alexandre; LIMA, Marcelo. PLATAFORMA GEODE LX. Anais I Congresso Tecnológico Infobrasil. Fortaleza-CE, 2008.

CHANDRASEKARAN, S.; STOJCEVSKI, A.; LITTLEFAIR, G; JOORDENS, M. Learning Through Projects in Engineering Education. SEFI, 40<sup>th</sup> Annual Conference. Thessaloniki, Greece, September, 2012. <http://www.sefi.be/conference-2012/Papers/Papers/007.pdf> . Acessado em 22/05/2017.

CONDIFFE, Barbara. Project-Based Learning: A Literature Review. <https://s3-us-west-1.amazonaws.com/ler/MDRC+P-BL+Literature+Review.pdf>. Acessado em 22/05/2017.

CRAWLEY, Edward F; Malmqvist, Johan; ÖSTLUND, Sören; BRODEUR, Doris R.; EDSTRÖM, Kristina. Rethinking Engineering Education. 2nd edition, Springer. 2014.

CORPLEY, David H. Creativity in Engineering. Academic Press. 2015.

DYM, Clive L.; AGOGINO, Alice M.; ERIS. Ozgur; FREY, Daniel D; Leifer, Karry J. Engineering Design Thinking, Teaching and Learning. Journal of Engineering Education. January 2005.

GOLDENBERG, David E.; SOMERVILLE, Mark. A Whole New Engineer - The Coming Revolution in Engineering. ThreeJoy Associates, 2014.

MACGILLIVRAY, Maureen; DOMINA, Tanya; LERCH, Terry; KINNICUTT, Patrick. Engineering Design Process – An Interdisciplinary Approach. International Conference on Engineering Education – ICEE 2017. Coimbra, Portugal, September, 2007.

NAE (National Academy of Engineering). Educating the Engineer of 2020 - Adapting Engineering Education to the New Century. National Academy Press, 2005.

SELINGER, Carl. Stuff You Don't Learn in Engineering School - Skills for Success in the Real World. John Wiley & Sons, 2004.

# **LER - LITERATURA, ENGENHARIA E REFLEXÕES NO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFC**

**Luís Gonzaga Rodrigues Filho  
Mariana Campos Castro e Silva  
Natália Maria Cordeiro Barroso  
Rayssa de Sousa Carneiro**

## **1 INTRODUÇÃO**

No cotidiano das instituições de ensino superior de engenharia, a leitura se restringe, muitas vezes, à modalidade técnica, ou, frequentemente, à escrita e à leitura demandadas pelo projeto de graduação do estudante. A leitura na graduação dos cursos de engenharia trata, majoritariamente, de assuntos relacionados às disciplinas cursadas, não havendo ambiente para uma abordagem literária ou artístico-cultural. Uma possível consequência é a formação de profissionais apresentando sérias dificuldades em interpretação, em escrita e em expressão.

Por outro lado, como lembra o pesquisador Dall'alba (2002), a leitura tem o poder de transformar mentes, tornando-as mais críticas e reflexivas, desempenhando importante papel como ferramenta de libertação. Considerando que essas características são essenciais para a formação de indivíduos humanizados e socialmente comprometidos, o desenvolvimento do hábito de leitura e do diálogo pode ser visto como um modo de nos apropriarmos de uma ideia e assim tomarmos consciência de nossa importância social e profissional.

O Ministério da Educação, por meio das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia no Brasil, Resolução nº 11/2002 (CNE/CES) estabelece as competências e habilidades necessárias aos graduados em cursos de engenharia, estando entre elas as funções de comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica, entre outras competências. Nesse contexto, a leitura se torna uma importante ferramenta nos cursos de engenharia, podendo contribuir para

o desenvolvimento de profissionais mais críticos e conscientes do seu papel na sociedade.

De acordo com Heinig e Franzen (2012), embora profissionais graduados percebam a universidade como a instituição responsável pela sua formação, quando se fala em leitura e escrita, próprias ao mundo do trabalho, enunciam que, contrariamente, em sua formação, essas questões não foram focadas, mas, reconhecem que deveriam ter sido. Nos cursos de engenharia, em particular, Heinig e Ribeiro (2011) e Vilella e Ribeiro (2010) destacam o importante papel da leitura e da escrita para a área das engenharias.

No primeiro semestre de 2017, foi iniciado no Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, UFC, um projeto de incentivo à leitura, à expressão oral e à escrita nos cursos de engenharia, o Projeto LER- Literatura, Engenharia e Reflexões. Tendo apoio de um Programa da UFC e do Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica, DIATEC, o LER é coordenado por um professor da disciplina Física para Engenharia e conta, no primeiro ano, com a assessoria de duas bolsistas, ambas alunas da graduação em Engenharia Civil da UFC, além de outros colaboradores.

O projeto LER foi idealizado com a intenção de promover, entre os estudantes do Centro de Tecnologia, CT da UFC, discussões e incentivos à leitura, à escrita e à expressão em seus diversos âmbitos. O LER disponibiliza aos estudantes espaços de interação como maneira de explorar seus horizontes culturais e de melhor compreender o ambiente que os cerca ou, simplesmente, de canalizar seus anseios em relação às leituras pelo prazer de ler e pelo papel transformador que esta é capaz de propiciar.

Para Freire (1989), a reflexão é importante para a formação do senso crítico. Neste sentido, espera-se que o projeto possa oportunizar, aos alunos participantes, uma ampliação dos seus hábitos de leitura/reflexão, contribuindo para o desenvolvimento de cidadãos mais conscientes, considerando os valores éticos e morais e visando a liberdade de pensamento.

O LER congrega diversas atividades. Com o objetivo de investigar os hábitos de leitura do público a ser atendido pelo projeto, foi elaborado, inicialmente, um questionário com perguntas diversas sobre hábitos literários e culturais dos estudantes de Engenharia da UFC. Dando continuidade, uma sequência de ações e atividades foi proposta ao longo do projeto como: momentos de leitura e de discussão de textos literários, denominado Clube de Leitura; Criação de Ambientes virtuais (site, facebook, blog, instagram); visitas a equipamentos culturais e artísticos da Universidade e da cidade de Fortaleza; divulgação de eventos artísticos; apreciação de músicas, filmes, pinturas, esculturas, entre outros. Propôs-se, também, um espaço para o compartilhamento de livros no CT, a Estante de Leitura, presente em um ambiente adaptado a essa finalidade.

Neste artigo, apresentam-se as diversas atividades propostas pelo Ler, descrevem-se o cenário e a aplicação dessas atividades, juntamente com alguns resultados. Destacam-se, também, as perspectivas de ampliação do LER a partir de uma análise da sua aplicação.

## **2 ATIVIDADES PROPOSTAS PELO LER**

No LER, utiliza-se uma metodologia ampla. Além das leituras de livros e textos, sobressai-se a leitura da arte em suas formas variadas. Descrevem-se, a seguir, as principais atividades desenvolvidas no LER.

O Centro de Tecnologia (CT) da UFC abrange diversos cursos de graduação da área tecnológica (Arquitetura e Urbanismo, Design, Engenharias: Civil, da Computação, de Energias e Meio Ambiente – de Petróleo, de Energias Renováveis, Ambiental, de Produção Mecânica, de Telecomunicações, de Teleinformática – Diurno/ Noturno, Elétrica, Mecânica, Metalúrgica, Química), concentrando cerca de 4250 estudantes. Com a finalidade de melhor conhecer o perfil desses estudantes, o público alvo do projeto, foi elaborado um questionário, constituindo-se da primeira atividade do projeto.

Para facilitar a divulgação das ações praticadas e para manter um maior contato com o público alvo do projeto, o LER foi integrado a diversas plataformas virtuais. Destacam-se, dentre elas, o site do LER, que pode ser acessado no endereço *lerufc.wixsite.com/blog* e a criação de páginas nas redes sociais *Facebook* e *Instagram*. Essas plataformas contribuíram para a atuação e efetivação do Projeto LER na universidade.

Como uma forma de incentivar a leitura, dispôs-se de uma estante de livros, revistas, folders, com livre acesso pelo público da universidade.

Outra atividade primordial do Projeto consistiu na criação, implantação e condução de um clube de leitura, com encontros quinzenais, onde são discutidos trechos de obras literárias diversas, como contos, prosas, romances, poemas, músicas e crônicas. O objetivo do Clube é de fomentar o hábito de leitura em alunos que já convivem com a literatura e incentivar aqueles que não têm essa prática, integrando estudantes com esses dois perfis.

Buscando ampliar os espaços do Projeto, divulgação e visitas a eventos e programas culturais na cidade foram realizadas. Desta forma, além da leitura tradicional de textos, foi incentivada a leitura em outros formatos, a leitura de mundo.

### **3 DESCRIÇÃO E APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES PROPOSTAS**

#### **3.1 Questionário: O perfil do leitor nos cursos do Centro de Tecnologia da UFC**

A atividade inicial do Projeto LER consistiu na elaboração de um questionário, intitulado "O perfil do leitor nos cursos do Centro de Tecnologia da UFC" e criado na plataforma *Google Forms*. Os alunos podiam acessá-lo através de um link que foi divulgado por meio da rede social *Facebook* e também em fóruns de alunos do CT, na plataforma acadêmica da Universidade, Sigaa – UFC. Sua vigência foi no período de junho de 2017 a julho de 2018. Foram obtidas 198 respostas.

As perguntas foram fundamentadas na pesquisa "Retratos da Leitura no Brasil" (BRASIL, 2015) realizada pelo Instituto Pró Livro, de mapeamento do comportamento leitor dos brasileiros. O questionário foi preparado com 26 perguntas, algumas acompanhadas de opções para resposta e outras recebendo resposta curta, divididas em três seções.

A primeira seção, Dados Pessoais, busca identificar a situação educacional do aluno e de seu(s) responsável (is), além da situação econômica destes. Questiona-se, também, sobre a frequência com que os pais ou responsáveis costumam ler, com a finalidade de apurar uma eventual relação entre os hábitos de leitura dos responsáveis e os hábitos de leitura do aluno.

A segunda seção trata da relação do aluno com a leitura. Pergunta-se acerca de sua principal motivação para a leitura e, em uma escala de 0 a 10, qual a importância da leitura para a sua formação acadêmica. Além disso, o questionário indaga sobre qual tipo de material o aluno costuma consultar (impresos, digitais etc), sobre o hábito de leitura de obras literárias, gênero literário de sua preferência, quantidade de livros que, em média, lê por semestre, informações sobre participações anteriores em grupos de leitura e se gostaria de participar de algum. Questiona-se, finalmente, se o aluno já sentiu alguma dificuldade de concentração na leitura.

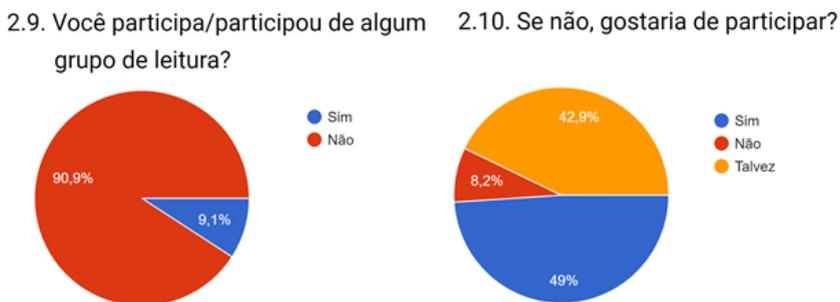
Como o projeto não trata exclusivamente sobre leitura, mas sobre formas de expressões culturais em geral, a terceira seção consiste na relação do aluno com os equipamentos culturais ao seu redor. Questiona-se sobre os espaços culturais que o aluno costuma frequentar, se vai a livrarias, qual a sua relação com os espaços culturais da universidade, se conhece e se já visitou algum equipamento cultural da UFC e se ele considera que os espaços culturais da UFC são bem divulgados.

Destacam-se algumas respostas, ao questionário, que foram essenciais para a análise de aplicabilidade do LER. Por exemplo, 90,6% afirmaram nunca ter participado de algum grupo de leitura, sendo que destes, 49% responderam estar dispostos a participar de um e 42,9% apresentaram a resposta "Tal-

vez", reiterando a existência de um público propício à atuação do LER. A Figura 1 mostra os resultados dessas questões.

86,8% dos alunos afirmaram já ter apresentado dificuldade de concentração na leitura. Quanto à escala que classifica a importância da leitura para a formação acadêmica, 41,8% responderam com 10. Sobre a motivação para ler – que podia receber mais de uma resposta – 70,6% dos discentes indicaram "Lazer e entretenimento" como principal motivação, entretanto a resposta para "Exigência acadêmica" também apresentou um valor elevado de respostas: 30,5%. Contudo, a maior parte dos alunos (54,6%) respondeu que lê somente de 1 a 3 livros por semestre, enquanto a mesma pesquisa, utilizada como base para a elaboração do questionário, aponta que o brasileiro lê cerca de 4,96 livros de literatura por ano.

Figura 01 – Participação em grupo de leitura.



Fonte: Os autores

### 3.2 Meios digitais no LER

Com uma sociedade bastante digitalizada, o LER criou seus dois primeiros canais de comunicação e divulgação, o BLOG e a página no *Facebook*. A página Literatura, Engenharia e Reflexão ([facebook.com/ler.ufc](https://www.facebook.com/ler.ufc)) é utilizada para a divulgação de eventos culturais realizados pela Universidade ou por outras instituições, das datas dos encontros do clube de leitura, divulgação das matérias que são postadas no site, disponibilização

do material que será utilizado em cada encontro, além de conter publicações diversas sobre o mundo literário, acadêmico e cultural. A página permite uma maior interação entre os organizadores do projeto e os que buscam informações sobre suas ações, sendo um ambiente dinâmico e sem formalidades.

Chegou-se a receber, no Facebook, mais de 2000 visualizações em um único post. Para divulgação das publicações, conta-se com o auxílio de grupos de alunos da UFC na rede social, juntamente com páginas relacionadas à universidade.

O blog Literatura, Engenharia e Reflexão foi criado na plataforma *Blogger*. Foram postadas resenhas, músicas e textos escritos por membros da UFC e até mesmo de fora dela. Os textos eram recebidos através do e-mail do projeto ([ler.ufc@gmail.com](mailto:ler.ufc@gmail.com)) e publicados no espaço "Reflexões" do blog, o qual teve grande aceitação pelo público alvo, sendo o espaço mais procurado do projeto.

Entretanto, estando o formato *Blog* desatualizado, migrou-se para um site na Plataforma Wix ([lerufc.wixsite.com/blog](http://lerufc.wixsite.com/blog)). A diferença foi claramente observável: a ampla gama de recursos oferecidos pela plataforma permitiu a criação de um espaço notadamente mais moderno e dinâmico. O site recebeu cerca de 1800 visitas em seu primeiro ano, contando, até mesmo, com acessos de outros países como Estados Unidos, Espanha, Argentina e Rússia.

O site possui diversos espaços, divididos por assunto: Blog, Ler, Música, Literatura, Cultura e Reflexão. No espaço Blog são postadas resenhas de livros, dicas de leitura, matérias sobre as ações de divulgação do LER, assuntos diversos que envolvem literatura, resenha de eventos culturais visitados pelo LER e resumos sobre os acontecimentos de cada encontro do Clube de Leitura. A publicação dos textos é realizada pelos bolsistas sob a orientação do coordenador e de colaboradores.

No espaço Ler, é feita uma apresentação do projeto, seus objetivos e principais ações desenvolvidas. Constam, também, informações sobre coordenadores, colaboradores e bolsistas participantes. Nas seções Música, Literatura e Cultura, encontram-se textos, programação de eventos, resenhas e outras informações

relacionadas à cultura em geral, dando destaque à programação de eventos artísticos e culturais do calendário acadêmico da UFC. Essas seções recebem uma atualização quinzenal.

Já a seção Reflexão, um dos diferenciais do Projeto, é um espaço destinado à interação dos visitantes e/ou participantes das ações do LER. Nela, as pessoas podem enviar comentários, críticas, textos autorais (contos, crônicas, poesias, pensamentos) através do e-mail do projeto (ler.ufc@gmail.com), os quais são analisados e posteriormente publicados na página da web. O espaço teve uma ótima aceitação. Foram recebidos textos até de estudantes de outros cursos, além das engenharias. Os temas e os estilos literários são variados, desde poemas a crônicas.

### **3.3 O Clube de Leitura do LER**

Como atividade principal do projeto, foi implantado o Clube de Leitura do LER, com encontros quinzenais, onde são discutidos trechos de obras literárias, poemas, músicas e crônicas. No clube, a leitura é realizada por meio de um viés crítico, uma análise do texto e uma busca pelo seu significado. adequar

Schmitz-Boccia (2012, p. 98) considera que os clubes de leitura são ferramentas para a construção de sentidos de leitura e, conseqüentemente, para a formação de leitores autônomos. Declara, ainda, que um leitor proficiente e autônomo é capaz de apropriar-se dos textos, inferindo significados e efeitos e, dessa forma, entende o diálogo e a discussão literária como relevantes para a compreensão de leitura. Considerações que se adéquam plenamente aos objetivos do LER.

Ao longo dos anos de 2017 e 2018, foram realizados dez encontros do Clube. Participaram 15 pessoas, em média, por encontro. Os textos lidos nos encontros são disponibilizados antecipadamente nas redes sociais do Projeto e também fornecidos aos participantes que comparecem ao encontro. Os textos são escolhidos pelos próprios organizadores a partir de opiniões e sugestões recebidas pelos participantes. Por diversas vezes, os textos autorais recebidos pelo LER pelo e-mail do Projeto também são discutidos nos encontros do Clube, assim, o leque de temas abordados é variado e livre.

Os encontros, pelo Clube de Leitura, têm sido palco de debates instigantes, contando, frequentemente, com a presença de professores universitários. A leitura de alguns textos levou a interessantes discussões sobre a formação em engenharia e, em particular, sobre a necessidade de preparação de profissionais mais comprometidos com questões sociais, nessa área.

Um exemplo de texto analisado foi o livro *A Metamorfose*, de Franz Kafka. O livro relata a história de um jovem que em uma manhã acorda metamorfoseado em inseto e não existe explicação para a situação. O livro foi apresentado como sugestão para leitura e discussão no clube. A discussão originada pelo livro foi marcante. Foram feitos paralelos entre a realidade retratada no livro e o nosso cotidiano. Tanto os alunos quanto os professores que participaram desse encontro ressaltaram relações entre alguns aspectos do livro e a nossa realidade, debatendo sobre estrutura social, luta de classes, métodos de ensino e a formação em engenharia.

Para Martins (1994), o ato de ler está relacionado com a escrita e não é somente a mera decodificação da palavra. Portanto, para além dos momentos presenciais, são publicadas no site do projeto as resenhas dos Clubes de Leitura, com as impressões dos bolsistas sobre os textos lidos, um resumo das discussões, depoimentos de participantes e imagens dos encontros. A figura 02 apresenta uma imagem de um dos encontros do Clube de Leitura de 2018.

Figura 02 – Encontro do Clube de Leitura de 2018



Fonte: Os autores

### 3.4 A Estante do LER: Leituras na Engenharia

De maneira a incentivar, efetivamente, a leitura dentro dos cursos de engenharia, dispõe-se de uma estante para o compartilhamento de livros. O acervo da estante compartilhada foi formado por doações de docentes e discentes da UFC e outros apreciadores do projeto LER. Em seu primeiro ano de vigência, 111 exemplares físicos foram disponibilizados na estante, divididos em livros, revistas literárias, artísticas e científicas.

A estante, nomeada "Leituras na Engenharia" foi iniciada no ano de 2018, sendo localizada no Bloco 707 do Campus do Pici, o qual é bastante frequentado pelos estudantes do Centro de Tecnologia. Essa iniciativa consiste na disponibilização de um espaço para compartilhamento de livros, sem a necessidade de cadastro prévio, empréstimo ou data de devolução. A ideia é simples: pegar, ler, devolver e compartilhar. Qualquer frequentador da universidade pode aproveitar o espaço.

A estante também pode ser entendida como uma tentativa de promover a ética entre os usuários, a partir do compartilhamento e devolução dos exemplares encontrados na estante. Pelo princípio de que o conhecimento não se forma sozinho, compartilhá-lo é um passo importante de sua construção. A Figura 03 mostra a Estante de Leituras logo após a sua instalação.

Figura 03 – Estante "Leituras na Engenharia"



Fonte: Os autores

### 3.5 Outras Atividades do LER

Outras atividades, não sistemáticas e não planejadas de início, foram improvisadas, tais como: a distribuição de livretos em formato de cordel contendo os textos autorais recebidos por *email*, resenhas autorais e publicadas pelos bolsistas do LER e trechos de músicas nacionais. Uma atividade de destaque foi a organização de um espaço momentâneo, no CT, disponibilizando um mural, pequenos papéis e canetas para que os estudantes expressassem suas ideias. Para atrair a atenção dos estudantes, o espaço foi decorado com um garrafão cheio de livros contendo a frase “Mate sua sede de leitura”, conforme a figura 04.

Figura 04 - Garrafão de Livros



Fonte: Os autores

O LER faz uma divulgação periódica de diversos eventos artísticos e culturais que ocorrem na cidade e promove visitas a espaços culturais dentro e fora da UFC. Dentre as visitas realizadas, seguidas por um grupo de professores e de estudantes, destacam-se: Museu de Arte da UFC (MAUC), Rádio FM Universitária (grande responsável pela divulgação da cultura no Estado do Ceará), Espaço Cultural UNIFOR (com exposições de arte e de História), Caixa Cultural – Fortaleza, Museu da Fotografia de Fortaleza (MFF), Bienal do Livro no Centro de Eventos, dentre outros.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora seja difícil de medir a importância efetiva de projetos dessa envergadura para cursos universitários, em especial para cursos de engenharia, em que as pressões pelo aprendizado técnico científico e pelo desenvolvimento de habilidades de ordem prática e tecnológica são intensas, alguns elementos resultantes da execução do Projeto Ler apontam no sentido de dar crédito a essa expectativa. Nesse sentido, destacam-se a participação interdisciplinar de estudantes e de servidores de diferentes e diversos cursos, a repetida aprovação do projeto de extensão nas comissões de seleção, os convites para reportagens na rádio universitária e no jornal da universidade (Jornal da UFC, Maio de 2019). Acontecimentos que transcendem a percepção dos integrantes do projeto.

Mais uma edição do projeto LER foi aprovada para 2020. Tem-se em perspectiva transformar o projeto em um programa de extensão.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES 11/2002, aprovada em 11 de março de 2002b. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**. Brasília/DF, 25 de fevereiro de 2002. Seção 1, p. 17.

BRASIL. Ministério da Cultura. **Pesquisa Retratos da leitura no Brasil**. Instituto Pró-Livro, 2015. Disponível em: [http://prolivro.org.br/home/images/2016/Pesquisa\\_Retratos\\_da\\_Leitura\\_no\\_Brasil\\_-\\_2015.pdf](http://prolivro.org.br/home/images/2016/Pesquisa_Retratos_da_Leitura_no_Brasil_-_2015.pdf). Acesso em: 18 abr. 2019.

DALL'ALBA, Eduardo. **A importância da leitura**. Revista do Curso de Administração da Faculdade da Serra Gaúcha, Caxias do Sul, v. 2, n. 2. jun. 2002. Disponível em: [ojs.fsg.br/index.php/global/article/download/454/391](http://ojs.fsg.br/index.php/global/article/download/454/391). Acesso em: 16 de julho de 2018.

FREIRE, Paulo. **A Importância do ato de ler: em três artigos que se completam**. 23ª ed. São Paulo: Cortez, 1989.

HEINIG, O. L. de O. M.; FRANZEN, B. A. **A Leitura e a Escrita na Engenharia: Construindo Intersecções entre o Mundo do Trabalho e a Academia**. IX ANPED SUL, Seminário de Pesquisa em Educação na Região Sul, 2012. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/327/637>>. Acesso em 17 de abril de 2018.

HEINIG, O. L. de O. M.; RIBEIRO, G. **O letramento no processo de formação do engenheiro civil**. Atos de Pesquisa em Educação, Blumenau, v. 6, n. 1, p. 53-78, abr. 2011. Disponível em: <<http://www.furb.br/atosdepesquisa/>>. Acesso em 17 de abril de 2018.

JORNAL DA UFC, Maio de 2019: <https://pt.calameo.com/read/002883978830c12708b51>

MARTINS, Maria Helena. **O que é leitura**. 19. ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1994.

RIBEIRO, A. E.; VILLELA, A. M. N. **“Engenheiro não sabe escrever”**: estereótipos improdutivos e o ensino de português. In: Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 15, 2010, Belo Horizonte. *Covergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente: políticas e práticas educacionais*. Belo Horizonte: UFMG, 2010. v. 1, p. 1-13.

SCHMITZ-BOCCIA, Andréa. **Clubes de leitura: a construção de sentidos em situações de leitura colaborativa**. Veras, v. 2, n. 1, p. 97-113, 2012.

# UMA INTRODUÇÃO AO CÁLCULO PARA ALUNOS DE ENGENHARIAS: NOVAS ESTRATÉGIAS E VELHOS ERROS

Jorge Carvalho Brandão  
Luís Gonzaga Rodrigues Filho

**Resumo:** Este trabalho relata a experiência de inverter tópicos do Cálculo Diferencial e Integral com uma variável visando responder um questionamento: por qual motivo seguir sequência didática de livros adotados? Método dos trapézios para cálculo de uma área acima do eixo dos  $x$  e entre parábolas côncavas para baixo foi um ponto de partida, bem como algumas aplicações das integrais, como trabalho e centro de massa, usando o referido método. Não obstante algumas inversões didáticas, a razão de certas expressões como o limite fundamental da trigonometria, eram apresentadas a partir de uma contextualização. Embora o uso de novas estratégias focando uma aprendizagem mais significativa, constatou-se que os mesmos erros no tradicional ensino de limites, derivadas e integrais foram observados.

Palavras Chaves: Erros. Estratégias. Cálculo.

## 1 INTRODUÇÃO

Vários livros didáticos de Cálculo Diferencial e Integral com uma variável, como Stewart (2010) e Thomas (2009) entre outros, seguem a seguinte sequência didática: Introdução ao Cálculo (ou revisão de funções), Limites; Derivadas (regras e aplicações) e Integrais (indefinidas, definidas, regras e aplicações). Por qual motivo?

Poucos pesquisadores respondem de maneira satisfatória o questionamento anterior. A resposta mais frequentemente indicada é o amadurecimento dos conteúdos. Com efeito, algumas aplicações das integrais incluem o comprimento de arco que envolve derivação. Vale ressaltar que muitas integrais são concebidas como antiderivadas. Uma derivada é um tipo particular de limite. Assim, segue-se a sequência.

Por sua vez, observa-se na resolução de provas de alguns discentes que podem errar questões de derivação e, no entanto, acertar de maneira consciente questões de integração. É por causa do dito *amadurecimento* ou é mero acaso? Assim sendo, este trabalho objetiva *analisar*, mesmo que de maneira sucinta, se a modificação na forma de apresentação de conteúdos na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral com uma variável implica em uma não aprendizagem dos mesmos.

## **2 A EXPERIÊNCIA REALIZADA E ATIVIDADES PROPOSTAS**

A forma de investigação foi a resolução escrita de avaliações realizadas durante um ano letivo. Com efeito, a disciplina que sofreu a modificação é anual na Universidade Federal do Ceará. É conhecida como Cálculo Fundamental e tem carga horária de 128 h/aula. Os encontros eram realizados duas vezes por semana com duas horas aula cada um.

A turma observada durante o ano de 2016 foi de alunos da Engenharia Química, com um total de 82 discentes matriculados. Não obstante os encontros em sala de aula, foi criada uma página no *facebook* para uma maior interação entre os estudantes. Alguns discentes também recorriam a aulas de exercícios com monitores em horários extras à sala de aula.

Sendo avaliações escritas, conforme Cury (2007), tornou-se necessária uma visão geral de cada prova para caracterizar os tipos de soluções em totalmente corretas, parcialmente corretas ou incorretas. Como pequeno diferencial nesse trabalho, além de analisar cada prova individualmente, comparava-a com as demais provas do grupo.

Com efeito, segundo McDonald (2003), cometem-se menos erros em correções de provas se todas as provas forem corrigidas em sequência de questões. Isto é, corrigir a primeira questão de todas as provas, depois a segunda questão e assim sucessivamente. Em seus estudos, ele observou variação de até um ponto por questão, em uma escala de zero a dez, quando as correções eram comparadas.

Entendendo: um professor aplica uma prova. Corrige todas as questões da prova do aluno 01, depois todas do aluno 02 e assim sucessivamente. Todavia, o docente não registra as correções da prova na prova, faz apenas anotações em um gabarito à parte. Após 08 dias, o mesmo docente vai corrigir as mesmas provas, sendo questão por questão conforme parágrafo anterior. Após correção, compara com gabarito.

Assim sendo, as correções das avaliações com a turma da Engenharia Química seguiram a ideia proposta por McDonald (2003). Não obstante, as resoluções tiveram, a partir das propostas de Cury (2007), até cinco caracterizações: Completamente satisfatórias (mais de 96% da questão); Bem satisfatórias (de 76% a 95% da questão); Satisfatórias (de 51% a 75% da questão); Parcialmente satisfatórias (de 26% a 50% da questão) e Insatisfatórias (menos de 25% da questão).

Como saber a porcentagem de uma questão? A partir das etapas ou partes que compõe uma resolução correta de cada questão. Repare no uso do artigo indefinido *uma*. Por conseguinte, uma mesma questão pode ter para alunos distintos a caracterização Parcialmente satisfatória ou Completamente satisfatória dependendo da ideia apresentada em dada resolução. No próximo tópico serão apresentados alguns exemplos.

Todavia, por se tratar de um relato, os resultados obtidos com a turma de observação das estratégias serão comparados com resultados de outras turmas de mesmo curso e mesma disciplina nos moldes tradicionais. Vale ressaltar: resultados atrelados aos tipos de erros e não às notas médias obtidas pelas turmas.

### **3 PERCURSO METODOLÓGICO**

As primeiras aulas contemplaram aplicações de integrais definidas sem, no entanto, especificar que os problemas envolviam tais conteúdos. A ideia inicial foi calcular a área compreendida entre os eixos  $x$  e  $y$  e a curva  $y = 9 - x^2$ . O método dos trapézios foi utilizado.

Em seguida utilizou-se a ideia de dividir em partes iguais o intervalo  $[0, 3]$  (aqui há uma sequência do exemplo apresentado no parágrafo anterior, em sala, vários outros exemplos foram refeitos). Sempre questionando o corpo discente o que ocorria com o aumento na quantidade de intervalos e conseqüente tamanho de cada um. Cálculo de trabalho e centro de massa também foram inseridos, com resolução aproximada.

Foi preparada a noção de limite. O  $\varepsilon$  e o  $\delta$  foram apresentados focando também o significado de cada letra, respectivamente, erro cometido (no eixo dos  $y$ ) diante de um desvio na variação no eixo dos  $x$ . Vale ressaltar que pequenas atividades concretas, tais como um discente vendado e usando uma bengala longa percorrendo um dado percurso para tentar vivenciar  $\varepsilon$  e  $\delta$ .

Fornecida a ideia formal (definição de limites com respectivas operações), novamente foram utilizadas aplicações. Por exemplo, se no movimento harmônico simples (logo, há movimentos que não são harmônicos ou não são simples, argumentaram alguns discentes com base nas palavras utilizadas),  $v(t) = \text{sen}(t)$  representa a velocidade, então para uma pequena variação do tempo caímos no limite fundamental da trigonometria.

Com efeito,  $\lim_{t \rightarrow 0} [v(t) - v(0)]/[t - 0] = \lim_{t \rightarrow 0} [\text{sen}t - \text{sen}0]/t = \lim_{t \rightarrow 0} (\text{sen}t/t)$ . Ou seja, dentro de um contexto são apresentados os limites mais utilizados. Vale ressaltar que as palavras fazem sentido. Isto é, é limite fundamental da trigonometria porque os demais limites que envolvem funções trigonométricas e resultam em  $0/0$  são resolvidos direta ou indiretamente por ele (comparar com a relação fundamental da trigonometria).

Após o conteúdo regras de derivação, onde cada regra era argumentada e debatida de maneira formal. Em seguida, foram apresentadas as regras de L'Hopital. Observou-se que muitos discentes faziam uso indiscriminadamente.

Por se tratar de um relato, apresentam-se algumas questões com as respectivas categorias de análise dos erros. A descrição de cada uma delas é uma forma de interpretar a atuação do discente na resolução da questão, tentando compreender os

possíveis motivos dos erros. Não será abordada a pontuação de cada questão.

Primeira questão para analisar, prova com 78 discentes participantes, tem o enunciado abaixo (32 acertaram a questão):

Texto de Apoio: Uma maneira de calcular aproximadamente a área de uma região compreendida abaixo da função contínua  $y = f(x)$ , acima do eixo dos  $x$  e limitada lateralmente pelas retas  $x = a$  e  $x = b$  é dividir o intervalo  $[a, b]$  em  $n$  partes iguais e confeccionar trapézios. Sendo  $\Delta x = (b - a)/n$ ,  $a = x_0$ ,  $b = x_n$  então, sabemos que pelo referido método, a área é cerca de:  $(\Delta x/2) \cdot \{f(x_0) + 2 \cdot [f(x_1) + \dots + f(x_{n-1})] + f(x_n)\}$ .

Aplicação: Qual a área aproximada da região limitada no primeiro quadrante abaixo da curva  $y = 4 - x^2$ . Use  $n = 5$ .

Principais erros observados:

- a. O conteúdo do texto de apoio foi abordado durante duas aulas consecutivas. Foi apresentado na prova com o intuito de auxiliar discentes. Todavia, alguns discentes não fizeram a questão argumentando não entender o enunciado. Com efeito, em prova não é permitida consulta ao docente, sendo indicado aos discentes que ler e interpretar cada questão faz parte da avaliação. Erro de compreensão do enunciado. 15 alunos não a fizeram.
- b. Uso indevido da expressão. Não identificaram os  $x_i$ . Com efeito, pelo contexto discentes deveriam obter  $x_1 = x_0 + \Delta x$ ,  $x_2 = x_1 + \Delta x$ ,  $x_3 = x_2 + \Delta x$ , reorganizando, deveriam chegar em  $x_i = x_0 + i \cdot \Delta x$ . Fizeram o cálculo como sendo um único trapézio:  $[f(0) + f(2)] \cdot 5/2$ . Erro consiste em forçar a fórmula, isto é, por causa da palavra trapézio, desconsideraram fórmula dada, tentando ganhar alguma pontuação da questão. Oito alunos seguiram essa linha de raciocínio.
- c. Uso indevido da expressão. Alguns identificaram os  $x_i$ . Com efeito, pelo contexto chegaram em  $x_i = x_0 + i \cdot \Delta x$ . Erro: somaram os  $f(x_i)$ , esquecendo que os intermediários são multiplicados por dois. Outros de maneira coerente chegaram em  $\{f(x_0) + 2 \cdot [f(x_1) + \dots + f(x_{n-1})] + f(x_n)\}$ . Esqueceram

de multiplicar por  $(\Delta x/2)$ . Erro menos grotesco. Falta de atenção! 23 discentes se enquadram nessa observação.

*Segunda questão* para analisar, mesma prova com 78 discentes participantes, tem o enunciado abaixo (27 acertaram a questão):

Texto de Apoio: Quando uma partícula está se movendo com uma função deslocamento  $s(x)$  a velocidade instantânea é dada por  $\lim_{h \rightarrow 0} [s(x + h) - s(x)]/h$ .

Aplicação: A função  $s(x) = \cos(2\pi x + \pi/3)$  representa o deslocamento de uma partícula. Qual sua velocidade instantânea?

Principais erros observados:

- a. O conteúdo do texto de apoio foi abordado durante as aulas. Foi apresentado na prova com o intuito de auxiliar discentes. Todavia, alguns discentes não fizeram a questão argumentando não entender o enunciado. Com efeito, em prova não é permitida consulta ao docente, sendo indicado aos discentes que ler e interpretar cada questão faz parte da avaliação. *Erro de compreensão do enunciado. 22 alunos não a fizeram. Vale ressaltar que os 15 da questão anterior aqui se enquadram.*
- b. Aplicação da regra de L'Hopital, pois argumentaram ser um limite com a forma indeterminada  $0/0$ . Todavia, não derivaram coerentemente a função  $s(x)$  – esqueceram da regra da função composta. *Erro na aplicação das regras de derivação. 17 discentes cometeram o referido erro.*
- c. Desenvolveram a função, usando o cosseno da soma:  $\cos(2\pi x + \pi/3) = \cos(2\pi x).\cos(\pi/3) - \text{sen}(2\pi x).\text{sen}(\pi/3)$ , substituíram os valores dos seno e do cosseno de  $\pi/3$ . Todavia, após usarem o fato de que o limite de uma soma é a soma dos limites, não concluíram os cálculos. *Erro consiste em não saber usar as consequências do limite fundamental da trigonometria. 12 discentes direta ou indiretamente se enquadram nesse tipo de erro.*

*Terceira questão* para analisar, segunda prova com 72 discentes participantes, tem o enunciado abaixo (24 acertaram a questão):

Texto de Apoio: Dizemos que uma função contínua em um intervalo  $(c, d)$  tem um mínimo local em  $m$  se sua derivada  $f'$  é negativa em  $(c, m)$  e positiva em  $(m, d)$ . Por sua vez, se sua derivada  $f'$  é positiva em  $(c, m)$  e negativa em  $(m, d)$ , então tem um máximo local. Sabemos que, pelo teste da derivada segunda, se  $f'(m) = 0$  e  $f''(m)$  existe, e é diferente de zero, então teremos mínimo local em  $m$  se  $f''(m) > 0$  e máximo local em  $m$  se  $f''(m) < 0$ .

Aplicação: Dentre todos os triângulos inscritos em uma semicircunferência, qual o de maior área?

Principais erros observados:

- a. O conteúdo do texto de apoio foi abordado durante as aulas. Foi apresentado, inclusive, problema parecido: retângulo inscrito em semicircunferência. Alguns discentes resolveram o problema considerando retângulo em vez de triângulo. Todavia, erraram ou na confecção da função ou na derivação. *Erro de interpretação do enunciado. 12 discentes observados.*
- b. Erro associado à confecção da função área. Não usaram o fato de um triângulo inscrito em uma semicircunferência ser retângulo. Fizeram como um triângulo sendo isósceles. *Erro relacionado com a falta de conhecimentos prévios, no caso, triângulo inscrito em uma semicircunferência ser retângulo. 13 discentes o cometeram.*
- c. Usaram o fato de um triângulo inscrito em uma semicircunferência ser retângulo. Por sua vez, erraram na derivada da função área. *Erro associado às regras de derivação. Nove alunos cometeram.*
- d. Fizeram tudo coerentemente, exceto verificar que o valor encontrado minimiza a área. *Erro cometido por 14 discentes.*

Quarta questão para analisar, segunda prova com os mesmos 72 discentes participantes, tem o enunciado abaixo (41 acertaram a questão):

Texto de Apoio: Seja  $C$  uma constante. Sabemos que  $\int \cos x dx = \sin x + C$  porque ao derivarmos  $\sin x + C$  obtemos o  $\cos x$ . Também sabemos que  $\int dx/(1 + x^2) = \arctg x + C$  pelo mesmo motivo. Quando há uma função composta, fazemos uma mudança de variável. Por exemplo,  $\int e^{ax} dx = e^{ax}/a + C$ , com  $a \neq 0$ . Idem para  $\int (ax + b)^n dx = (ax + b)^{n+1}/(a(n+1)) + C$ , se  $n \neq -1$  e  $\int dx/(ax + b) = (1/a) \ln |ax + b| + C$ .

Aplicação: Uma partícula tem uma velocidade  $v(x) = -\pi \sin(\pi x + \pi/4)$ . Qual a função deslocamento? Dado que  $s(1/4) = 0$ .

Principais erros observados:

- Má compreensão do enunciado ocasionando a não resolução do problema. *Erro cometido por seis discentes.*
- Erro associado a integração sem considerar que há composição na função. *Erro de integração. 16 discentes cometeram.*
- Integraram coerentemente mas não fizeram uso da informação  $s(1/4) = 0$ . Todos desconsideraram a constante. *Erro de compreensão do que seja uma integral indefinida. Nove discentes se enquadram nesse erro.*

#### 4. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Todas as provas objeto de estudo consistiam de texto base com intuito de fornecer informação aos discentes dos conteúdos que deveriam ser utilizados em determinada situação. Ou seja, ler e interpretar cada questão faz parte da avaliação. Mesmo usando as sugestões de McDonald (2003), não foi percebida uma grande diferença de notas nas duas observações em cada prova.

Em relação à mudança no conteúdo, isto é, antecipar assuntos como método dos trapézios para cálculo de áreas, se comparado com outras turmas anteriores, observou-se que as dificuldades de compreensão das fórmulas são equivalentes.

Idem para aplicações das regras de l'Hopital. Usam indiscriminadamente sem observar o quando usar.

Se os erros observados são parecidos, por qual motivo modificar a sequência didática? Este questionamento, apresentado no início deste trabalho, tem um aspecto positivo: as aplicações ou os motivos do desenvolver determinados conteúdos são argumentados de maneira participativa.

Fica, como consideração final, a necessidade de refazer a mudança didática com outras turmas de engenharias para ter mais subsídios para melhor analisar os erros. Não obstante, observar turmas de Cálculo Avançado, que é a disciplina seguinte ao Cálculo Fundamental, para tentar perceber se de fato ocorreu uma aprendizagem, independentemente da sequência seguida.

## REFERÊNCIAS

CURY, H. N. **Análise de erros:** o que podemos aprender com as respostas dos alunos. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

McDONALD, B. C. (org.). **Esboços em Avaliação Educacional.** Fortaleza: Editora da UFC, 2003.

STWART, J. Cálculo. 1v. – 6.ed. – São Paulo: Cengage, 2010.

THOMAS, G. Cálculo. 1v. – 11.ed. – São Paulo: Addison Wesley, 2009.

# EPE - ESCRITÓRIO DE PROJETOS INTEGRADOS DE ENGENHARIA: RELATO DE EXPERIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

**Luciano Hamed Chaves Haidar Sousa**  
**Cely Martins Santos de Alencar**  
**Antonio Paulo de Hollanda Cavalcante**

**Resumo:** Este trabalho objetiva analisar o andamento das experiências adquiridas com a metodologia BIM (Building Information Modeling) por meio das disciplinas de Desenho Para Engenharia no CT-UFC, bem como outras iniciativas de abordagem do tema e fazer um comparativo com as demandas do mercado de construção civil atual. O objetivo específico é de fazer um diagnóstico crítico dos processos de implantação de plataforma BIM adotado pelas principais empresas do setor. O trabalho tem como metodologia, uma revisão bibliográfica descritiva de avaliação interna que revele o diagnóstico dos problemas a serem enfrentados. Em segundo nível, um diagnóstico a partir de empresas quanto ao projeto organizacional do workflow de eventos e documentos, bem como a avaliação de produtos e as transições de uso das ferramentas 2D CAD para modelagens 3D BIM, parametrizadas. Em seguida, rever quais os tipos de disciplinas entendem a plataforma BIM e de que forma isto vem acontecendo dentro do Centro de Tecnologia. O primeiro deles, em aspectos pedagógicos, avaliar a abordagem adotada, na maior parte do curso, consiste em aulas expositivas, com a utilização de recursos de multimídias. Em algumas ocasiões é possível o convite de profissionais tanto da academia como do mercado palestrar sobre temas de interesse ao escopo da disciplina, oferecendo um contraponto a abordagem tradicional em sala de aula. Os resultados da revisão da literatura e as experiências locais do mercado, revelam a necessidade de aproximação entre os setores e a busca por novas linhas de pesquisa e projetos de extensão.

**Palavras-chave:** Engenharia, Tecnologia, BIM, Modelagem da Informação.

# 1 INTRODUÇÃO

A necessidade da utilização de novas metodologias de ensino-aprendizagem com a inserção da Modelagem da Informação para Construção tem-se mostrado ascendente no decorrer dos últimos anos. Segundo Eastman *et al.* (2011), o *Building Information Modeling* (BIM) é uma tecnologia de modelagem e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise dos modelos de construção. Trata-se da integração e colaboração entre as partes envolvidas no projeto de forma otimizada.

A inserção de diferentes tecnologias na elaboração de desenhos e projetos de Engenharias não são recentes. A década de 50 marca o início da computação gráfica, com o surgimento dos terminais gráficos. Os estudos sobre a tecnologia gráfica (CAD/CAM) foram providenciados pelo Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Segundo Souza (2015), nessa época, os sistemas CAD tinham a função de descrever entidades geométricas em duas dimensões e de desenvolver desenhos em terminais gráficos monocromáticos. Mesmo com as limitações, os sistemas CAD acarretaram diversos benefícios na área de gerenciamento, dimensionamento e alteração dos desenhos.

Por volta de 1980, surgiram novos sistemas computacionais com o intuito de suprir as necessidades de engenharia. O desenvolvimento do Personal Computer (PC) pela IBM fez com que novos programas surgissem. Em 1982, foi criado o "AutoCAD Release 1", um programa de CAD desenvolvido para PCs pela empresa Autodesk. Em 1985, uma nova versão da CATIA foi lançada no mercado pela Avions Marcel Dassault por meio da IBM. Em 1987, a PTC lançou a primeira versão do Pro/ENGINEER que é a fonte de desenho paramétrico e funcional.

Na sequência, avanços na área surgem no final dessa década, como as pesquisas de Jerry Laiserin em TI, originando a atual *BuildingSmart* que possibilitou capturar e descrever processos e fluxo de informação para comunicar os dados importantes com uma linguagem possível de ser interpretada pelo *Software* receptor. A partir disso, essa tecnologia difundiu-se por todo o mundo passando a ser aplicadas em diversas áreas.

Alguns escritórios de projetos hoje no Brasil acompanharam o movimento internacional, passando a aplicar a metodologia BIM em suas empresas ainda no início dos anos 2000.

Nesta perspectiva, a unidade curricular de Gestão de projetos da Universidade Federal do Ceará - UFC iniciou um levantamento e diagnóstico com intuito de melhoria e modernização do ensino-aprendizagem, a partir do conhecimento dos anseios da comunidade universitária sobre as atuais metodologias associadas as tecnologias CAD/CAM e BIM, objeto de estudo desta pesquisa. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar como está o andamento do ensino de BIM nas disciplinas de Desenho Para Engenharia no CT-UFC e o comparativo das demandas do mercado atual, com visitas a empresas do setor de construção civil, escritórios de engenharia e arquitetura, que vêm fazendo uso da plataforma. Como objetivos específicos tem-se:

- Realizar um diagnóstico crítico dos processos de implantação de plataforma BIM adotado pelas principais empresas locais do setor;
- Diagnosticar as demandas de modelos, softwares e processos pedagógicos sugeridas pelas engenharias do centro de tecnologia da UFC;

## **2 METODOLOGIA**

A metodologia adotada no presente trabalho baseou-se especialmente na análise exploratória, com a elaboração e aplicação de um questionário, bem como a realização de um estudo de caso. Coletou-se a opinião dos discentes a partir das disciplinas de desenho e projetos de Construção com necessidades de aplicação da modelagem computacional sobre a relação entre a tecnologia e a concepção de projetos.

### **2.1. A construção de uma nova metodologia de ensino-aprendizagem em projetos de engenharia**

As disciplinas de desenho e projetos para as Engenharias são ministradas geralmente no ciclo básico na UFC. O conteúdo

é dividido em partes: primeiro os instrumentos e equipamentos de desenho. Classificação dos desenhos. Formato de papel. Construções geométricas usuais. Desenho à mão livre; Coletânea de Normas Técnicas para Desenho da ABNT. Segundo Regras de Cotagem, vistas ortográficas. Cortes e seções e por fim o desenho projetivo completo, planta baixa, cortes e fachadas de uma construção, com auxílio das tecnologias CADD/CAM.

Assim, buscou-se realizar um diagnóstico a partir da criação de grupos de estudos sobre a temática, além da organização de *workflow* de eventos e documentos, bem como a avaliação de produtos e as transições de uso das ferramentas 2D CAD para modelagens 3D BIM, parametrizadas. Passo seguinte, rever quais os tipos de disciplinas entendem a plataforma BIM e de que forma isto vem acontecendo dentro do Centro de Tecnologia. Em termos metodológicos, vale ressaltar o esforço da Unidade de Gestão e Projetos, do Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica em Engenharia e Arquitetura, criado recentemente como o décimo primeiro departamento do Centro de Tecnologia, cuja principal missão é a de "integrar para entregar" novos produtos e processos de gestão e projeção. Desta feita, como subitem, envolver o uso de novas práticas de ensino e aprendizagem, apoiados no conceito de ensino colaborativo.

## **2.2 Percepção do ensino de BIM nas engenharias do CT**

A princípio, a coordenação do curso pensa em 'substituir' uma antiga disciplina denominada Projeto e Construção de Edifícios, PCE, cujo foco tem sido de abordar, superficialmente aspectos práticos de projeto em si (representação gráfica e pré-dimensionamento) e, em maior intensidade a parte de canteiro de obras, entendendo-se 'projeto de construção', como sendo o projeto do espaço destinado á obra, o canteiro e sua dinâmica.

Esse entendimento, a coordenação juntamente com os alunos julga haver grande necessidade de atualização, de processos produtivos de projeto, seu conceito e interpartes, além de adição de novas tendências tecnológicas, tais como o BIM. Assim, vislumbra-se uma proposta de, não somente atualizar os conteúdos, mas também atualizar a pedagogia do ensino,

de forma em que 'quebre' PCE em duas novas disciplinas, PC, projeto de construção e PE, projeto de Engenharia, sendo este último sendo explanado como teoria de projeto, de aspectos legais de existência e pertinência nos sítios investigados, além de características práticas de execução de projetos, em ambiente digital, de forma 2D e 3D.

Nota-se, pelo debate com os alunos e os autores do presente estudo que, existe uma dificuldade de absorção de novos conceitos de BIM pela comunidade discente e, principalmente, pela comunidade docente. Observa-se um grande esforço, da disciplina curricular de Instalações Prediais que, deva esta ser dada de forma a priorizar aspectos de dimensionamento. Novamente, extrai-se disto que, o foco da disciplina é mais quantitativo analítico, deixando em segundo plano os aspectos projetuais e de modelagem parametrizada. Do ponto de vista do nível de compreensão da ferramenta BIM, para o curso, talvez pela formação tradicional de professores, no processo projetivo baseado em representações gráficas 2D, a compreensão de uso desta nova tecnologia ainda é embrionária.

Recente apresentação feita ao corpo docente do NDE do curso Engenharia de Energias e Meio Ambiente (EEMA), revelou aspectos interessantes. Parte dos professores já conhecia o conceito BIM e alguns de seus softwares. parte nunca havia tido acesso a esta plataforma, por nenhum software. Outra parte, mais contida, esteve ausente e omissa em emitir parecer. isto denota, no mínimo, que a difusão deste ferramental carece de realização de *workshops*, debates, palestras, que elucidem o uso e o potencial da plataforma BIM. Existe uma compreensão desse esforço do DIATec, bem como um agendamento de novas reuniões neste sentido.

Este curso, mais antigo, já adota disciplinas específicas de projeção, como Desenho Para Engenharia e Desenho de Máquinas e Instalações. Essa última, por relato dos coordenadores de Mecânica e de Produção, revela que os próprios alunos vêm demandando atualizações, com outros softwares de parametrização de esforços mecânicos, térmicos, etc, para as peças criadas no curso. tais peças, ainda que sejam modeladas e sub-

metidas a condições 'virtuais' mais severas de desgastes, como o SolidWorks e o SolidEdge, tais pacotes restringem o poderio de modelagem de portabilidade da família Autodesk, detentora dos direitos de comercialização e divulgação dos pacotes BIM mais conhecidos do mercado. Em termos de pesquisa, o último permite criar novos comandos e de programar novos processos, o que diferencia o seu uso.

Assim, este momento é de debate, para alinhar com as propostas do Plano Estratégico do CT e os planos pedagógicos advindos dos Núcleos Docentes Estruturantes, ou NDE's, que são fóruns de debates internos nas coordenações dos cursos de engenharia. Estes debates devem absorver as propostas a serem apresentadas pelo DIATec, por todo o ano de 2016, sendo esperado que tramitem as sugestões neste ano, para posteriores implementações das mudanças em 2017, convergindo para os debates dos Planos Políticos Pedagógicos das engenharias

### **2.3 A percepção do ensino de BIM no CT UFC**

Foi diagnosticado que a metodologia de ensino do Centro de Tecnologia da UFC está fundamentada na 'cartesiana', tradicional, em uma abordagem pedagógica diretiva, no espaço de ensino de desenho técnico projetivo, pela Unidade Curricular de Expressão Gráfica (UCEG), anteriormente vinculada ao Departamento de Engenharia de Transportes da UFC. Por muitos anos, esta prática diretiva foi a forma de ensino, a qual tem uma característica de uso de exemplos de peças gráficas centradas na experiência do professor. Com o tempo, devido a imposição da universidade em relação a dedicação exclusiva dos docentes à instituição, estes professores se desconectam da vivência de mercado, precisando se atualizar sobre as novas práticas profissionais que, evoluíram no tempo, levando-os a ficarem muito distantes da realidade do mercado. Esta consequência torna o ensino obsoleto aos discentes, conduzindo-as a ficarem despreparados para o mercado profissional.

A UCEG, criada em 1964, pertencia ao anterior Departamento de Expressão gráfica e Estradas que, como seu próprio nome informa, tinha em seu corpo técnico da época, profes-

res vinculados ao mercado, muitas vezes, 'convidados' a darem aulas na universidade, por sua destacada posição profissional a época.

Esta situação perdurou entre 1964 a 1995, quando o quadro da UCEG foi renovado com a inserção de novos professores, fortalecendo o setor de projeto, sendo que a maioria se dedicava ao curso de Engenharia Civil, em detrimento dos demais 12 cursos, que também tinham que ser atendidos pela mesma unidade acadêmica. Esta lacuna perdurou até 2015, quando o novo Departamento de Integração Acadêmica e tecnológica foi criado, absorvendo a UCEG e, dando à mesma o caráter de projetos integradores de Engenharia, Arquitetura e Design.

Em paralelo, após o ano de 2010, observa-se o uso de novas práticas no mercado de trabalho, envolvendo novas metodologias e tecnologias computacionais, novos processos de coleta e análise de saída de objetos gráficos para o setor de projetos, tais como a Realidade Aumentada, Imersão 3D e 4D, impressão 3D e os softwares parametrizados que analisam esforços hiperestáticos, cenários de condições higrótérmicas do espaço real, fluxos diversos, etc.

Segundo Borges (2000), uma leitura sobre a mudança na sociedade da informação e do conhecimento, das tendências atuais das organizações e do desafio da compreensão desse momento por meio do "conhecimento objetivo", dentro de uma visão integrada de seus problemas e soluções, como uma oportunidade para se conseguir uma análise estrutural e conjuntural.

A autora analisa que o mundo vive um eterno momento de 'mudança', cuja dinâmica requer constantes adaptações nas formas de ver, reconhecer, tratar e propor ajustes em processos de evolução. Dentre estes processos, novas formas de ensinar e aprender com as mais atuais fontes de uma sociedade pós-industrial, nossa sociedade da informação.

Neste contexto, Borges (2000) relata que: "...tanto no cenário mundial quanto no do Brasil, vive-se uma palavra de ordem que cerca, impulsiona, agride e até sufoca o indivíduo. Esta palavra é MUDANÇA.[..]". Vivencia-se uma nova ordem que tem suas bases nas mudanças paradigmáticas porque passa este fim

de século, tanto do ponto de vista social, econômico, cultural, político, tecnológico e outros".

Ainda, segundo a autora, vários estudiosos têm-se debruçado sobre esta questão e elaborado documentos, artigos, livros sobre esta nova era, buscando a compreensão dos vários ângulos dessas mudanças. Por exemplo, Kenneth *apud* Boulding em: "O significado do século XX", classifica a vida humana em duas grandes épocas: a pré-civilizada, do nômade que adquire caracteres de civilização ao urbanizar-se, e a pós-civilizada, que constitui a atual, e afirma: "A grande transição não é somente algo que afeta a ciência, a tecnologia, o sistema físico da sociedade e o aproveitamento da energia. É também a transição das instituições sociais".

Portanto, o século XXI, pós-industrial, da sociedade da informação colaborativa, trouxe consigo, uma constante situação de mudança paradigmática, onde antigos conceitos e formas de abordagem dos problemas precisam ser atualizados. Para Mattos (1982, *apud* Borges, 2000), ao longo deste século, a ciência propôs uma nova maneira de se pesquisar, estudar e compreender o mundo, suas especificidades e suas relações, como ilustram as duas representações da Figura 1.

Figura 1 – Tipos de abordagens dos problemas do mundo.



Fonte: Mattos (1982, *apud* Borges, 2000).

Como pode ser observado, o mundo passou para um novo período da "especialização" que também deu sua colaboração

ao estudo das ciências, possibilitando entrar no âmago de cada uma delas ou de suas disciplinas, por meio da decomposição de seus vários aspectos, utilizando-se da classificação, da análise, da enumeração etc. Esta nova abordagem requer conhecimento sistêmico dos problemas, reconhecendo suas especificidades para investigar cada um de seus aspectos e soluções, de forma colaborativa. Sendo como base esta constatação, indaga-se quais as consequências para instituições de ensino superior, em relação ao não acompanhamento destas mudanças nos processos de ensino aprendizagem? Quais as características do tipo de pedagogia que tem sido dada ao ensino de projetos e linguagens gráficas ao caso do centro de Tecnologia da UFC? Que atitudes: programas, disciplinas, projetos, precisam ser acionados para o ajuste a estas mudanças?

Nesta percepção, questiona-se em que sentido a Modelagem da Informação da Construção é agente indutor e receptor destas mudanças para as disciplinas de projeção, desenho projetivo e modelagem nas engenharias?

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Há alguns anos foram iniciadas ações de inserção da filosofia BIM na Universidade Federal do Ceará - UFC. Dentre elas, um minicurso de Introdução ao BIM com duração de 6h na terceira edição da semana de Engenharia Civil. Em seguida, no segundo semestre de 2014, iniciou-se um grupo de estudos com professores e alunos voltado ao aprendizado do *conceito*, e de suas ferramentas. No segundo semestre de 2015, houve a quinta edição da semana de Engenharia Civil, com uma palestra, sob o título: "BIM, do 3D ao 7D", que mostrou uma visão mais ampla do conceito, além de abordar o papel da tecnologia em meio ao cenário econômico brasileiro. Houve ainda, uma palestra, já citada anteriormente, que tratou sobre "*Cidades inteligentes: O papel da tecnologia da informação no planejamento e gestão das cidades do futuro*", para abordar sobre o cenário brasileiro tanto do mercado como do ensino de BIM e tecnologias que se integram como é o caso da realidade aumentada. Em 2016 ocorreu o Workshop de BIM, onde foram tratados assuntos

de diversas áreas da metodologia, dentre elas construção civil, Infraestrutura, desenvolvimento de produtos e Cidades Inteligentes, conforme é apresentado na figura 2.

Figura 2 – Workshop de BIM.



Fonte: Os autores

Além disso, surgem outras iniciativas de resumos apresentados nos encontros universitários da UFC, de 2011 à 2014, dentre os resumos tem-se os títulos como: *“Bim como Processo de Representação”*, *“Uso da Tecnologia BIM-Building Information Modelling no Mercado de Projetos e Suas Atualizações no Ensino das Engenharias da UFC”*, *“A Experiência do Uso do BIM 1.0 na Disciplina de Projeto Arquitetônico”*, *“Introdução ao BIM na Disciplina de Desenho Para Engenharia”*. *“Arquitetura Sustentável: Estudo de Eficiência Energética com Auxílio de Sistema BIM”*.

Em 2015, foi apresentado no Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil um trabalho de conclusão de curso com o título: *“Análise da Aplicação do Bim no Levantamento de Quantitativos e no Planejamento de Projetos: Estudo de Caso Mirus Living”*.

Tais trabalhos se propuseram a mostrar à comunidade acadêmica da UFC o que já foi desenvolvido durante cada ano

letivo. Além disto, tem-se como resultados a dissertação de mestrado que foi apresentada em 2012, sob o título: *“Proposta de Tradução dos Princípios da Coordenação Modular em Parâmetros Aplicáveis ao Building Information Modeling”*. Neste estudo, a autora revela que *“..os resultados incluem a criação da versão inicial de um plug-in, com a função de gerar automaticamente as paginações de blocos cerâmicos para a alvenaria racionalizada; a proposição de uma metodologia para o reconhecimento de regras de construção para objetos modulados, no caso, sistemas construtivos; e a verificação que BIM e Coordenação Modular utilizados em conjunto podem potencializar aspectos já positivos de cada uma separadamente”*. Neste estudo, verificou-se: *“..que a referência dimensional única da Coordenação Modular facilita o processo de criação de parâmetros para a alimentação do sistema BIM, possibilitando a geração de novas funções, além da melhoria na comunicação entre profissionais de especialidades diferentes”*. Ou seja, a modulação e os processos de criação, criados desta forma, podem ser potencializados com o uso do BIM. Em efeito, o inverso também é verossímil.

O trabalho de PAIVA *et al* (2012): *“CAD e BIM: Transições e reflexos no ateliê de projeto”*, revelou que, por meio de um estudo de caso, que as práticas de ensino-aprendizagem no estúdio de design, com um paralelo entre o uso de ferramentas CAD e BIM, para a representação gráfica dos projetos arquitetônicos, confirmam a contexto de *“transição”*, pelo uso concomitante de ambos os softwares por muitos estudantes e, por como causa, a manutenção dos produtos gerados por novos processos de design.

Outro resultado foi o trabalho de Carneiro & Barros Neto (2012), que objetivou uma busca de citações sobre a temática BIM no mundo. A pesquisa foi realizada em artigos publicados em anais de eventos e revistas acadêmicas nacionais e internacionais, especificamente nos anos 2010 e 2011. Os artigos revelaram que apesar de serem incipientes, os estudos sobre BIM foram evoluindo, mostrando um aumento do número de investigação acadêmica. Nesse contexto, o Brasil teve uma participação importante em publicações internacionais, bem como

universidades estrangeiras também contribuíram fortemente para publicações sobre BIM em eventos brasileiros.

No campo das aplicações, o trabalho de Lins (2013), buscou rever a literatura do uso de BIM para habitação social. A pesquisadora detectou que existe um grande potencial de integração entre os projetistas envolvidos em projetos sociais do tipo Minha Casa Minha Vida, visto estes tipos de projetos resultarem em lucros muito pequenos às empresas construtoras. Ao mesmo tempo, percebeu que a principal contribuição deste trabalho é a proposição de diretrizes para aumentar o nível de gestão integrada entre os projetistas que atuam no programa MCMV, relacionando as aos princípios do IPD, Integrated Project Delivery.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Dentre os resultados da pesquisa, constata-se que a filosofia de trabalho BIM, chegou ao Brasil por volta do ano de 2006. Porém, apenas cinco anos depois houveram as primeiras manifestações registradas, sobre a metodologia no Centro de Tecnologia. Ainda, apesar de a comunidade acadêmica concordar com a implantação da metodologia BIM e estarem conectados com as novas exigências do mercado de trabalho, ainda não se concretizou as mudanças na metodologia de ensino aprendizagem de desenho e projetos e sua integração com outras disciplinas correlacionadas nos cursos de Engenharias e que investimentos se faziam necessários na infraestrutura física e recursos humanos. Percebeu-se, também, a importância de maior envolvimento de outras unidades acadêmicas, dada as várias interfaces que a nova metodologia possa proporcionar na compatibilização de projetos.

Diante do que foi abordado, é fácil ver que existiram diversos esforços pontuais de abordagem pedagógica na acadêmica, tanto por docentes como por discentes, nos diversos trabalhos investigados. Mas, é fato que essas iniciativas ganhariam mais força se fossem formalizadas, por meio de projetos de extensão, criação e reformulações de disciplinas tanto dos cursos de graduação como de pós-graduação das engenharias envolvidas.

Além disso, a entrevista com empresários do setor, em comparação com os estudos acadêmicos, deixa claro que ainda há muito a se desenvolver, no tocante a execução de projetos em BIM, dando abertura para que linhas de pesquisa sejam desenvolvidas, solucionando problemas já vivenciados pelo mercado.

## REFERÊNCIAS

BORGES, Maria Alice Guimarães. A compreensão da sociedade da informação. Ci. Inf., Brasília, v.29, n.3, p.25-32, Dec. 2000. Site: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010019652000000300003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010019652000000300003&lng=en&nrm=iso)>access on 24 May 2015;

CARDOSO, D. R. Desenvolvimento de aplicativo em ambiente BIM segundo princípios da Coordenação Modular. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 23-39, abr./jun. 2014.

CARNEIRO, T. M. ; LINS, D. M. O. ; BARROS NETO, J. P. "Spread of BIM: a comparative analysis of scientific production in Brazil and abroad". In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 20., 2012, San Diego, California. Anais... San Diego: Montezuma Publishing, 2012.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON Kathleen. Manual de BIM – Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. 1.ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

LINS, D. M. O. Integrated Project Delivery: diretrizes para empresas de projeto que atuam em habitação de interesse social. 2013. 188 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Link: [http://www.repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/11214/1/2013\\_dis\\_dmolins.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/11214/1/2013_dis_dmolins.pdf)

PAIVA, Ricardo Alexandre; LEITE, R. M.; LIMA, M. Q. C. CAD e BIM: Transições e reflexos no ateliê de projeto. In: XVI edição do Congresso SIGRADI, 2012, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SIGRADI – Forma(in)formação, 2012. p 229-232. Link: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/10149>

SOUZA. A. F. E COELHO. R. T. Tecnologia CAD/CAM - Definições e estado da arte visando auxiliar sua implantação em um ambiente fabril. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003\\_TR0504\\_0920.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0504_0920.pdf)> acesso em 28 de maio de 2015

RODRIGUES, Marina de Freitas; FORTES DE SOUZA, Beker Aldino Santos (2011). "Introdução ao BIM na Disciplina de Desenho Para Engenharia". XX Encontro de Iniciação à Docência. Encontros Universitários 2011. Universidade Federal do Ceará. link: <http://www.prppg.ufc.br/eu/2011/Resumos/wrappers/MostrarResumo.php?cpf=28442261320&cod=002>

# UMA ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA INTEGRADORA NO ENSINO DE DESENHO PARA ENGENHARIA E CÁLCULO FUNDAMENTAL NA UFC

Cely Martins Santos de Alencar  
Natália Maria Cordeiro Barroso

**Resumo:** A disciplina de Desenho para Engenharia (DPE) é ofertada no primeiro ano das Engenharias do Centro de Tecnologia da UFC, juntamente com Cálculo. Segundo dados da Confederação Nacional da Indústria (CNI 2015) em conjunto com dados do Ministério da Educação (MEC), no Brasil, em média, mais da metade dos estudantes ingressantes no curso de Engenharia Civil desiste, sendo umas das principais causas apontadas a pouca aplicação prática nos primeiros anos do curso. Para mudar esse cenário, metodologias de ensino inovadoras, apresentam-se como alternativas ao método tradicional, além de possibilitar experimentações práticas no ciclo básico. O GeoGebra é apresentado como artefato tecnológico no ensino aprendizagem e reúne recursos da geometria, álgebra, gráficos, tabelas, probabilidade e cálculos simbólicos em um único ambiente. Assim, esta pesquisa busca uma estratégia pedagógica, utilizando a pesquisa ação e procedimentos do estudo de caso com alunos da Engenharia Civil e Computação da UFC de 2016.1 e 2016.2, a partir da execução das práticas de Geometria Descritiva com desenho instrumental e posteriormente com uso do GeoGebra, de forma híbrida e colaborativa. Com representações de objetos 3D em diferentes artefatos, os alunos puderam integrar conhecimentos de Cálculo e Desenho de maneira mais ativa. Sólidos despercebidos no esboço em grafite, foram vistos de diversas formas e em diferentes suportes. Os resultados são apresentados em gráficos, a partir das análises dos questionários feitos com os participantes. Pôde-se perceber a motivação dos discentes, o melhor rendimento acadêmico, combinando os conteúdos e os métodos tradicionais e inovadores com foco no aprendizado.

**Palavras-chave:** Metodologias de ensino e aprendizagem; Desenho técnico; Tecnologias.

# 1 INTRODUÇÃO

O ensino do Desenho Técnico para a Engenharia Civil (DPE) é fundamental para o entendimento de conceitos que serão utilizados em disciplinas posteriores e necessários ao desenvolvimento das competências profissionais, representando a principal forma de comunicação de projetos. Entretanto, existe um desinteresse pelo conteúdo, por falta de integração com o ciclo profissional. Segundo dados da Confederação Nacional da Indústria (CNI 2015) em conjunto com dados do Ministério da Educação (MEC), uma das principais causas apontadas para a grande desistência dos alunos no curso de engenharia civil, mais da metade, é a grande desmotivação causada pela falta de aplicação, na prática, do conteúdo visto em sala.

Além disso, segundo Oliveira (1994, p.04) a metodologia que vem sendo aplicada nas escolas ainda está longe de permitir aos jovens a compreensão do mundo em que vivem e muito menos ainda tem permitido abrir-lhes horizontes para sua transformação. Assim, a grande dificuldade encontrada pelos professores no ensino de disciplinas nos cursos de graduação é a pouca contextualização prática, principalmente nas disciplinas do ciclo básico, tais como Desenho e Programação, que não são ministradas durante o ensino fundamental e médio.

Em vista de reverter esse cenário e tornar as aulas cada vez mais atrativas aos alunos, novas metodologias de ensino vêm sendo discutidas e aplicadas. Sendo essas metodologias de grande importância na educação, "Com a utilização de recursos didático-pedagógicos pensa-se em preencher as lacunas que o ensino tradicional geralmente deixa, e com isso, além de expor o conteúdo de uma forma diferenciada, faz os alunos participantes do processo de aprendizagem." (CASTOLDI, 2006, p. 985).

Com isso, este artigo objetiva implantar nova metodologia no ensino da disciplina Desenho para engenharia na Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará buscando integrando conteúdos desta disciplina com a disciplina de cálculo e observar o benefício que a implantação dessas nova metodologia,

aliando a teoria ministrada pelos docentes, com a aplicação prática através de artefatos tecnológico.

Ademais, procura-se mostrar que o uso da tecnologia de peças tridimensionais é uma ferramenta importante no ensino-aprendizagem dos alunos, melhorando a visualização 3D deles e possibilitando um maior entendimento do conteúdo ministrado bem como fazer uma ligação entre as disciplinas de desenho e cálculo tornando o ensino mais atrativo e participativo. "Nos últimos tempos alguns estudos têm demonstrado que as dificuldades apresentadas pelos alunos na esfera de ensino da matemática podem ser notadas no assunto da geometria (plana, analítica e espacial) " (SANTOS *et al*, 2016), o que nos evidencia um problema, vista a grande utilização da matéria na disciplina de desenho e cálculo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

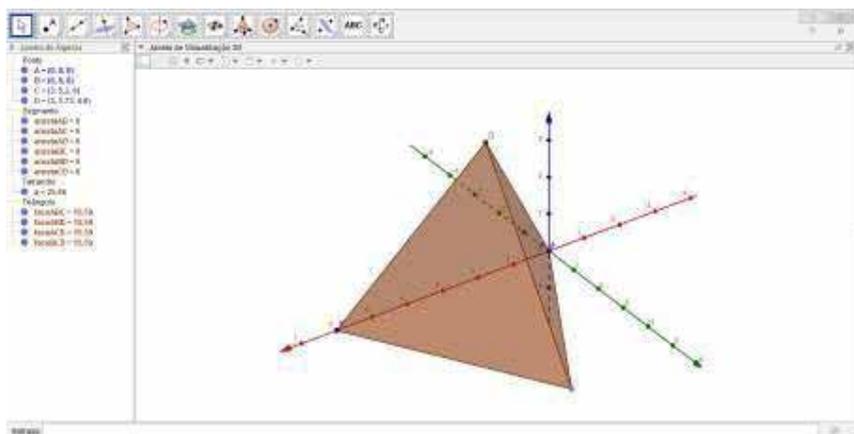
O **GeoGebra** é um software que foi criado com o intuito de ajudar e auxiliar os professores de matemática no ensino da geometria e da álgebra dentro da sala de aula, daí seu nome (GeoGebra - GEOMETrie alGEBRA). Ele é utilizado no ensino da matemática e possui um GUI único que acopla as duas interfaces citadas acima. O GUI (no português, **interface gráfica do utilizado**) é a utilização de interfaces gráficas que auxiliam o usuário na utilização do programa, ou de uma plataforma, como o Windows. Foi criado por Markus Hohenwarter, sendo seu projeto iniciado em 2001, na Universität Salzburg. Entretanto o aplicativo está em constante desenvolvimento na Florida Atlantic University, possuindo, atualmente, várias versões. (REHFELDT; QUAR TIERI, 2015)

O Programa, que pode ser utilizado por um aplicativo de celular, apesar de conter apenas a janela algébrica e a janela de visualização 2D, já ganhou vários prêmios muito importantes na área tecnológica voltada a educação, como o Trophées du Libre, um Prêmio Internacional de Software Livre na categoria Educação (Soissons, França, 2005), Learnie Award, Prêmio Austríaco de Software Educacional (Viena, Áustria, 2006) ou até mesmo o German Educational Software Award ( Colônia, Alemanha).

O programa tem várias ferramentas extremamente importantes para a construção de figuras geométricas, bem como para a utilização de equações algébricas, tabelas, gráficos e recursos de probabilidade e estatística em um único ambiente. Nele é possível construir polígonos, que podem ser criados a partir de ferramentas já próprias, ou pela construção de segmentos de retas, retas e pontos, podendo eles ser manipulados na hora da construção ou até mesmo depois de construídos. Ademais, é possível a inserção de equações, bem como a sua manipulação como a utilização de variáveis, encontrar pontos críticos, derivadas e integrais e, ainda, encontrar raízes. (SANTOS *et al*, 2016).

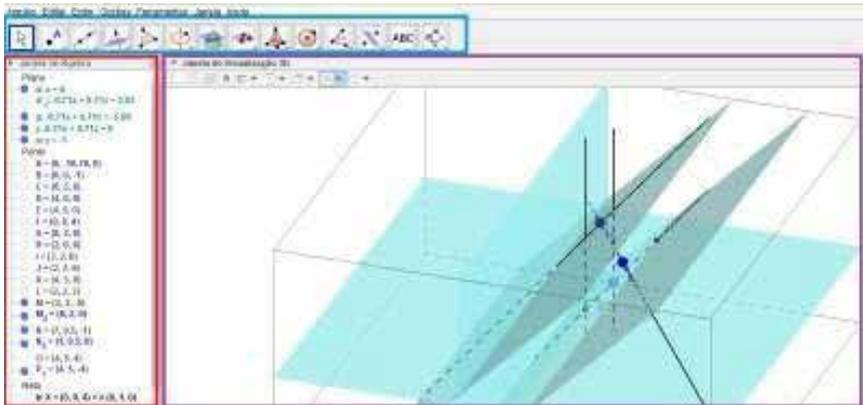
Já foram desenvolvidas várias versões do *software*, mas para a disciplina de Desenho Para Engenharia a versão mais importante é a 5.0.264.0, pois a partir dela já está disponível a utilização de uma plataforma 3D (animação), ou seja, que permite trabalhar com as ferramentas geométricas citadas, mas em um ambiente de três dimensões, podendo ser utilizado em um único ambiente visual as características geométricas e algébricas de um mesmo objeto criado, Figura 1.

Figura 1 – Sólido feito no GeoGebra.



Fonte: Os autores

Figura 2 – Confeção do espaço tridimensional a partir do software GeoGebra



Fonte: Os autores

Como pode ser exemplificado pela Figura 2, onde o retângulo vermelho representa a janela algébrica, o lilás representa a janela 3D e o azul a barra de comandos rápidos que podem ser utilizados pelo usuário. Ademais, é possível notar na janela algébrica a exemplificação de uma ferramenta muito importante que é a ocultação de objetos já criados, como os pontos de A a L que não aparecem no desenho, mas funcionam como pontos de auxílio na construção dos objetos.

### 3 METODOLOGIA

Utiliza-se a pesquisa exploratória e descritiva com aplicação de questionários. Primeiro, realizou-se uma pesquisa bibliográfica analisando diversas fontes, como: artigos, livros, sites de internet, para que de acordo com eles o trabalho obtivesse o embasamento teórico científico necessário. A metodologia foi aplicada na Universidade Federal do Ceará (UFC), campus do Pici, com turmas dos cursos de Engenharia Civil e Engenharia de computação e Telecomunicação. Essa pesquisa teve como objetivo analisar os resultados da implantação de novas metodologias ativas de ensino na disciplina de desenho

para engenharia. Desta forma foi utilizado o GeoGebra no desenvolvimento das atividades. Figura 3.

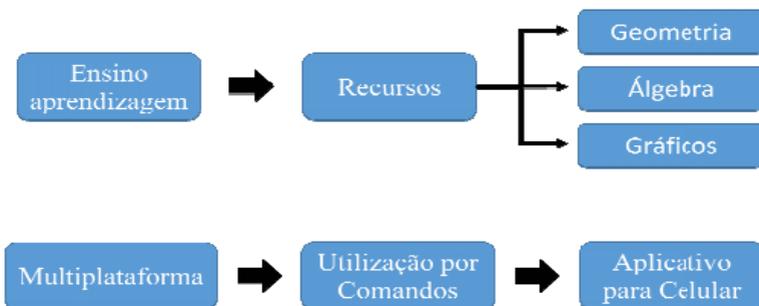
Figura 3 – Alunos utilizando software na aula.



Fonte: Os autores

Foram desenvolvidas várias atividades em sala de aula com os discentes por meio de dois procedimentos conforme mostra a Figura 4. Primeiramente os alunos desenvolviam atividades da forma tradicional, fazendo toda a mão com a utilização de régua e esquadros. Em seguida foram desenvolvidas as mesmas atividades no software em 3D (Figura 3) a fim de analisar a diferença da percepção espacial dos alunos e de verificar a diferença na facilidade de criação de desenhos a mão, formação de Épuras.

Figura 4 – Metodologia adotada na disciplina DPE

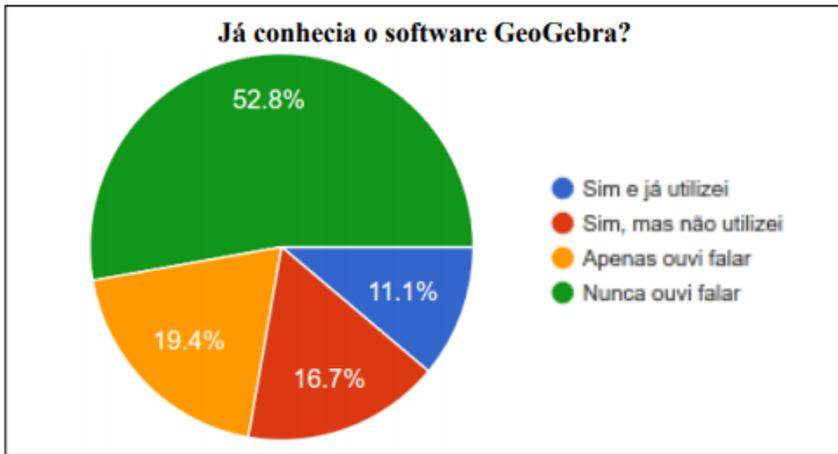


Fonte: Os autores

## 4 RESULTADOS OBTIDOS

Inicialmente poucos alunos conheciam o software a ser trabalhado, o GeoGebra, em uma pesquisa feita em sala de aula cerca de 52,8% dos alunos nunca haviam ouvido falar e apenas 11,1% já havia utilizado, Gráfico 1. Isso foi essencial, pois para a maioria dos alunos a plataforma é algo inovador, diferente do que já haviam utilizado em outros lugares.

Gráfico 1 – Reconhecimento dos alunos do software.



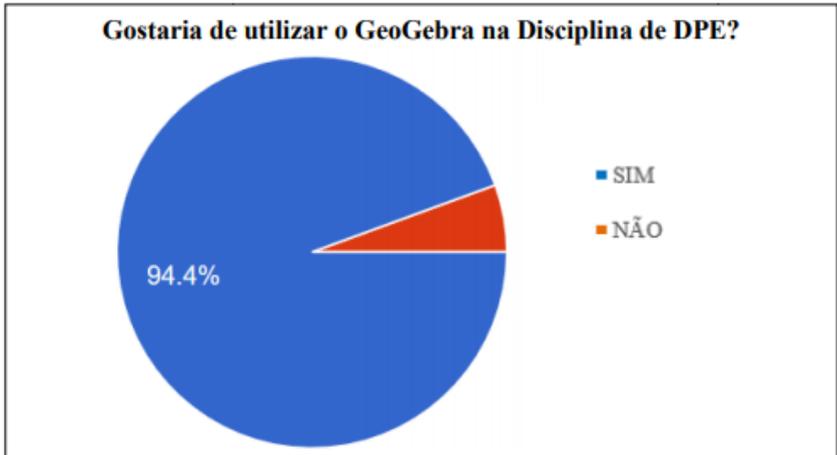
Fonte: Os autores

A satisfação dos discentes é um fator relevante para continuidade ao projeto em práticas integradoras de ensino. Como fator positivo identificou-se que 88,9 % dos alunos não apresentaram dificuldade com relação ao acesso e desenvolvimentos das atividades (94,4%) concordaram com a metodologia utilizada, Gráfico 2.

Por ser um programa novo para a maioria dos alunos, a maior parte aprova e gostaria de utilizá-lo na disciplina, objetivando ter uma melhor percepção dos objetos passados em sala de aula bem como ter uma aprendizagem de forma mais interativa, onde as dúvidas podem ser tiradas entre eles, não sendo necessário da ajuda do professor em todos os momentos. Isso ajuda a maximizar o tempo de aula, pois o aprendizado fora de

sala se torna ainda melhor e mais cativante, fazendo com que eles sintam um maior interesse em se dedicar aos estudos em seu tempo livre.

Gráfico 2: Interesse de utilização na disciplina.

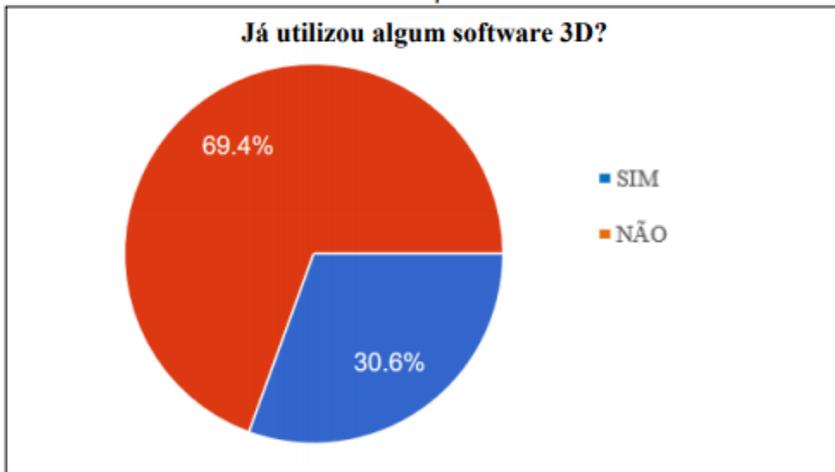


Fonte: Os autores

Percebe-se, assim, o desejo dos alunos por novas metodologias na sala de aula que motivem cada vez mais o aprendizado, saindo um pouco do ensino tradicional e técnico, mas não deixando de ensinar tais métodos.

Ademais, foi feita uma análise dos alunos que já haviam utilizado algum software 3D, onde 30,6% disse já ter utilizado, mas apenas 27,3% desses alunos fizeram algum curso de desenho, o que demonstra um interesse por parte dos alunos em aprender novas metodologias sem que para isso seja necessária uma aula ou algo do tipo, podendo esse interesse ter sido despertado por meio de alguma necessidade por parte dos alunos, Gráfico 3

Gráfico 3: Utilização de software 3D.



Fonte: Os autores

Ao fim do semestre foi possível verificar uma maior integração dos alunos do curso e um maior aprendizado mesclando disciplinas. A metodologia apresentou ótimos resultados nas turmas de Engenharia Civil.

As ações tomadas em DPE estão contribuindo para melhoria da qualidade do processo de ensino e aprendizagem na Engenharia Civil. Todos os alunos que tiveram uma frequência de participação acima de JJ% obtiveram aproveitamento de KK% aprovação na disciplina de DPE objeto de estudo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que a disciplina de desenho técnico é essencial na formação do engenheiro, torna-se indispensável a utilização de métodos de ensino inovadores que motivem os alunos. Como foi visto na pesquisa, 52,8% dos alunos nunca haviam utilizado a ferramenta e mesmo assim, identificou-se que 88,9% dos alunos não apresentaram dificuldade com relação ao acesso e desenvolvimentos das atividades (94,4%).

Ademais, a aceitação da metodologia utilizada como ferramenta auxiliar no ensino do Desenho técnico nas turmas de Engenharia ocorreu de forma mais clara e amigável, o que mostra que a é com base na tecnologia que nasce o aprendizado, mas sim com uma gestão participativa do processo.

À medida que as tecnologias evoluem, novos métodos de aprendizado devem ser desenvolvidos de forma a tanto potencializar o desempenho acadêmico quanto a fomentar o interesse do corpo discente no curso. Não se trata do abandono dos métodos tradicionais de ensino que sempre regeram a transmissão do conhecimento relacionado a Engenharia, e sim uma adaptação dos modelos de ensino à realidade da nova geração. Embora seja de suma importância toda a prolongada introdução teórica e manual do ensino da Engenharia, sendo isso percebido também pelo corpo discente, nada revela mais o engenheiro do que a comoção durante o contato direto com a tecnologia e a inovação.

Desta forma, vemos que a utilização de softwares no processo de ensino-aprendizagem tornou-se indispensável, pois contribuiu significativamente na percepção dos conteúdos por meio dos alunos, tornando a participação dos alunos ainda mais dinâmica e possibilitando uma maior integração deles no processo de aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

CASTOLDI, R; POLINARSKI, C. A. A utilização de recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIENCIA E TECNOLOGIA, 2. Ponta Grossa, PR, 2009.

GIOVANNI, J. R.; CASTRUCCI, B.; JUNIOR, J. R. G. **A Conquista da Matemática**. São Paulo: FTD, 1998.

OLIVEIRA, A. U. de. Ensino de Geografia: horizontes no final do século. Boletim Paulista de Geografia. São Paulo: AGB, n. 72, 1994.

REHFELDT, M. J. H.; QUARTIERI, M. T. (Org.). **ATIVIDADES MATEMÁTICAS PARA OS CURSOS DE ENGENHARIAS**. Lajeado: Univates, 2015.

SANTOS, M. J. C.; MATOS, F. C. C.; MAGALHÃES, E. B. **AS DIMENSÕES EPISTEMOLÓGICAS DO SABER MATEMÁTICO**. Fortaleza: CVR, 2016.

# WEBBIBLIOMINING PARA PESQUISAS MAIS EFICIENTES

Gisele Azevedo de Araújo Freitas

Luiz Soares Júnior

## 1 INTRODUÇÃO

A pesquisa é um ato, um processo. Como definido no dicionário Michaelis, pesquisa é "Série de atividades dedicadas a novas descobertas, abrangendo todas as áreas de conhecimento". No meio acadêmico, a pesquisa científica constitui um elemento fundamental para a formação do estudante, com geração de conhecimento e consequência para a sociedade. Em toda pesquisa, seja experimental ou não, a pesquisa bibliográfica está presente como uma etapa da investigação científica. É um trabalho minucioso, que demanda tempo do pesquisador e que a qualidade resultante depende da qualidade da informação obtida. Portanto, a pesquisa bibliográfica é parte importante da pesquisa.

A principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Essa vantagem torna-se particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço (Gil, 2002, p.44) .

A despeito da importância da pesquisa bibliográfica na qualidade da pesquisa científica, o número e a diversificação das fontes de informação cresceram significativamente, proporcionadas pela rede mundial de computadores e sua facilidade de acesso. Para Vanti (2007, p.24), a "Internet é uma rede global que possibilita a comunicação entre computadores e a interconexão de redes locais, regionais e internacionais". Isso favoreceu as alternativas de comunicação mediante a disponibilidade de informação para todos os indivíduos, estando presentes em faculdades, escolas, empresas, domicílios, entre outros.

Mas, se por um lado o acesso à informação na web é vantajoso, por outro traz enorme desafio para a extração de grande quantidade de informações observando os preceitos da bibliometria e dos objetivos da pesquisa. Por isso, conceitos como Bibliometria, Webmetria e Infometria expandem-se cada vez mais, em busca de métricas mais eficientes para avaliações de documentos e informações disponíveis nas mais variadas fontes.

Em meio a este cenário, surgiu um método para a mineração de fontes bibliográficas chamado de *Webibliomining* (ou garimpagem de texto na rede web), proposto em Costa (2010), com a finalidade de identificar um referencial bibliográfico inicial para uma revisão bibliográfica sobre um tema específico como apoio na pesquisa científica.

Segundo Costa (2010), continua considerável número de pesquisas bibliográficas que começam por indicações de colegas, professores e pela utilização de mecanismos diretos de busca na Internet considerando palavras-chave, título, autor, ou por algum elemento similar. Essa busca é feita por métodos conhecidos como métodos de "força bruta".

Em outras palavras, não há tratamento adicional para a filtragem dos registros encontrados. Quando é usado um "método de força bruta" existe uma maior possibilidade de se trabalhar com um referencial inicial que não contemple o estado da arte sobre o tema. Esse fato pode implicar em baixas eficácia e eficiência da pesquisa final. Alternativamente aos mecanismos de "força bruta", há métodos baseados em análise bibliométrica e em *bibliomining* (mineração bibliográfica), que podem ser adotados para análise preliminar do referencial bibliográfico.

A convergência entre a agregação online de dados de publicações acadêmicas e o uso da mineração bibliográfica como tecnologia facilitadora para o desenvolvimento de pesquisas científicas possibilita uma coleta inicial de material relevante de maneira mais rápida e eficiente.

A despeito da aplicabilidade do método *Webibliomining*, que será explicitado no tópico seguinte, os pontos positivos são: a facilidade de execução e assimilação dos conceitos relevantes da pesquisa e a redução do tempo da pesquisa e aprendiza-

do. Dentre as limitações, o pouco uso das métricas existentes em bibliometria e um relativo número reduzido de aplicação do método na literatura especializada.

O objetivo deste capítulo é abordar de maneira exploratória o método *Webibliomining* e apresentar um estudo de caso utilizando o tema aprendizagem baseada em problemas na engenharia.

## 2 WEBIBLIOMINING

Definido em Costa (2010), o termo *Webibliomining* integra conceitos de bibliometria (bibliometrics), webmetria (webmetrics), informetria (informetrics) e mineração bibliográfica (bibliomining), objetivando dar suporte à definição de um conjunto inicial de referências bibliográficas para o desenvolvimento de pesquisas em um determinado assunto escolhido. A seguir citamos as definições de bibliometria, informetria e bibliometria para o melhor entendimento do trabalho.

Conforme definido em Guedes e Borschiver (2005), bibliometria é o estudo de técnicas e métodos para o desenvolvimento de métricas para documentos e informações. São utilizados métodos matemáticos e estatísticos para investigar e quantificar os processos de comunicação escrita. As publicações, autores, palavras-chave, usuários, citações e periódicos são alguns dos parâmetros observáveis em estudos bibliométricos. Conforme descrito em Araújo (2006), as clássicas leis bibliométricas são: Lei de Bradford (produtividade de periódicos), Lei de Lotka (produtividade científica de autores) e Leis de Zipf (frequência de palavras). A Lei de Lotka (1926) é baseada na descoberta que uma larga proporção da literatura científica é produzida por um pequeno número de autores, e um grande número de pequenos produtores se iguala, em produção, ao reduzido número de grandes produtores. A partir daí formulou a lei dos quadrados inversos:  $y_x = 6/p^2x^a$ , onde  $y_x$  é a frequência de autores publicando número  $x$  de trabalhos e  $a$  é um valor constante para cada campo científico (2 para físicos e 1,89 para químicos, por exemplo). A Lei de Bradford (1934) definida em Araújo (2006), conhecida como a lei da dispersão, pode ser enunciada da se-

guinte forma: se dispormos periódicos em ordem decrescente de produtividade de artigos sobre um determinado tema, pode-se distinguir um núcleo de periódicos mais particularmente devotados ao tema e vários grupos ou zonas que incluem o mesmo número de artigos que o núcleo, sempre que o número de periódicos existentes no núcleo e nas zonas sucessivas seja de ordem de 1: n: n<sup>2</sup>: n<sup>3</sup>.... Assim, os periódicos devem ser listados com o número de artigos de cada um, em ordem decrescente, com soma parcial. O total de artigos deve ser somado e dividido por três; o grupo que tiver mais artigos, até o total de 1/3 dos artigos, é o "core" daquele assunto. O segundo e o terceiro grupo são as extensões. A razão do número de periódicos em qualquer zona pelo número de periódicos na zona precedente é chamada "multiplicador de Bradford" ( $B_m$ ): à medida que o número de zonas for aumentando, o  $B_m$  diminuirá. A Lei de Zipf (1949) em Araújo (2006) descreve a relação entre palavras num determinado texto suficientemente grande e a ordem de série destas palavras (contagem de palavras em largas amostragens). Nessa lei, se listarmos as palavras que ocorrem em um texto em ordem decrescente de frequência, a posição de uma palavra na lista multiplicada por sua frequência é igual a uma constante. A equação para esse relacionamento é:  $r \times f = k$ , na qual  $r$  é a posição da palavra,  $f$  é a sua frequência e  $k$  é a constante.

O termo Informetria definida em Macias-Chapula (1998, p.2), "é o estudo dos aspectos quantitativos da informação em qualquer formato, e não apenas registros catalográficos ou bibliografias, referente a qualquer grupo social, e não apenas aos cientistas. A informetria pode incorporar, utilizar e ampliar os muitos estudos de avaliação da informação que estão fora dos limites tanto da bibliometria como da cienciometria". McGrath (1989 *apud* MACIAS-CHAPULA, 1988, p.2) , em sua tipologia para a definição e classificação da Informetria, identificou os objetos de estudo, suas variáveis, seus métodos e objetivos. Os objetivos de estudo da Informetria sendo palavras, documentos e bases de dados. As variáveis de estudo da Informetria são medir a recuperação, a relevância, a revocação, entre outras. Os métodos da Informetria são modelo vetor-espaço, modelos booleanos de recuperação, modelos probabilísticos; linguagem

de processamento, abordagens baseadas no conhecimento, tesouros.

A Webometria definida em BjörneBorne (2004), é o estudo dos aspectos quantitativos da construção e uso de recursos de informação, estruturas e tecnologias no desenho da Web nas abordagens bibliométricas e informétricas. Conforme o autor citado, os aspectos quantitativos citados na definição do lado da construção e do lado do uso da *Web*, abrangem quatro áreas principais da pesquisa webométrica atual: (1) análise de conteúdo de página da *Web*; (2) análise da estrutura de *links* da *Web*; (3) análise de uso da *Web* (incluindo arquivos de *log* de pesquisa e comportamento de navegação dos usuários); (4) Análise de tecnologia da *Web* (incluindo o desempenho do mecanismo de pesquisa).

Por último, *bibliomining*, conforme Nicholson (2003) é a aplicação de ferramentas estatísticas e de reconhecimento de padrões a grandes quantidades de dados associados a sistemas de bibliotecas, a fim de auxiliar na tomada de decisões ou justificar serviços. O autor Nicholson (2003) define ainda que o processo *bibliomining* consiste em: determinar áreas de foco; identificar fontes de dados internas e externas; coleta, limpeza e anonimização dos dados em um *data warehouse*; selecionar ferramentas de análise apropriadas; descoberta de padrões através da mineração de dados e criação de relatórios com ferramentas analíticas tradicionais; e, por último análise e implementação dos resultados. No trabalho Nicholson (2006, p.1), resume *bibliomining* como uma derivação dos termos "bibliometria" e "mineração de dados", pois o objetivo é aproveitar as vantagens das redes sociais que potencializam tanto a bibliometria quanto a mineração de dados baseada no usuário por meio de um único *data warehouse*.

Retomando ao *Webibliomining* proposto por Costa(2010), o método é estruturado em seis etapas:

1. Definição da amostra da pesquisa;
2. Pesquisa na amostra com as palavras-chave;

3. Identificação dos periódicos com maior número de artigos publicados sobre o tema;
4. Identificação dos autores com maior número de publicações;
5. Levantamento da cronologia da produção identificando os ciclos de maior produção; e
6. Seleção dos artigos para a composição do “núcleo de partida” para a pesquisa bibliográfica. Segundo Costa (2010) este núcleo deve contemplar: os artigos mais relevantes; identificação dos primeiros autores a escreverem sobre o tema; identificação dos últimos autores a escreverem sobre o tema; e, identificação dos textos mais relevante em cada “ciclo de maior produção”. A metodologia pode ser resumida na figura 01.

Figura 01- Etapas do método *Webibliomining*



Fonte: Elaborada pelos autores

### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

FORAM ENCONTRADOS TRABALHOS DE DIVERSAS ÁREAS QUE EMPREGARAM O MÉTODO *Webibliomining*. O trabalho original descrito em Costa (2010) mostra um caso de uso com o tema Planejamento e Controle da Produção. A maioria dos autores que utilizaram o método *Webibliomining* revisaram cada um das referências contidas no núcleo de partida, para então resumir em seus trabalhos quais elementos eram considerados como relevantes para suas pesquisas. Outros trabalhos incluíram temas como laudos médicos, gestão hospitalar, metodologia *Lean Six*

*Sigma*, ITIL (Biblioteca de Infraestrutura de Tecnologia da Informação) e para auxílio à criação de *softwares* educacionais os quais são descritos a seguir.

O trabalho De Barros *et al* (2015) utilizou o método *Webliomining* para estudo e mapeamento da literatura científica sobre a implementação do ITIL (Biblioteca de Infraestrutura de Tecnologia de Informação, do inglês, *Information Technology Infrastructure Library*), publicado em grandes periódicos especializados e divulgado na literatura nacional e internacional. Esse assunto é distribuído de forma dispersa na literatura, o que dificultava a obtenção de uma visão geral sobre o mesmo. A base utilizada foi a *Scopus* com a palavra-chave ITIL e limitada a artigos publicados nos últimos cinco anos. A busca produziu 101 artigos. Após a aplicação do método *Webibliomining*, treze artigos foram selecionados utilizando os itens da classe A de acordo com a classificação ABC, além de dois artigos selecionados da revista JISTEM e um artigo da revista de gerenciamento de produção.

No trabalho de Farias e Araújo (2017) foi realizado um levantamento da literatura científica concernente às temáticas de gestão hospitalar e aos projetos aplicados ao ambiente hospitalar. Em termos metodológicos, aplicou-se o método *Webliomining* de coleta e análise sistemática de conhecimento em bases de periódicos indexadas. O estudo indicou que a realização adequada de avaliação de desempenho nas organizações de saúde pode auxiliar no aumento da eficiência dos processos de prestação de serviços, colaborando na economia de recursos, os quais já são escassos. Os resultados obtidos evidenciaram publicações que focalizam as seguintes práticas administrativas: procura de uma gestão mais dialógica horizontal e verticalmente; melhor definição dos processos de trabalho; ferramentas tecnológicas inovadoras para apoio ao processo gerencial; e, finalmente, a possibilidade de aplicação de metodologias de gerenciamento de projetos em colaboração com a gestão hospitalar. O período do levantamento bibliométrico foi entre outubro de 2015 e janeiro de 2016. Neste estudo foram pesquisadas três bases de periódicos relevantes em âmbito acadêmico: *Scopus*, *ISI Web of Science* e *SciELO*, com o termo e expressão escolhi-

dos: "gestão hospitalar" OR "hospital management" AND "projeto" OR "project".

No trabalho de De Freitas e Costa (2017), o método *Webibliomining* foi aplicado para estudo sistemático dos impactos da metodologia *Lean Six Sigma* (LSS) do LSS nas organizações, a qual tem o potencial para gerar impactos organizacionais em vários aspectos. Esse estudo sistemático analisou a relação do LSS com a sustentabilidade organizacional e os impactos identificados foram posteriormente classificados como correspondência com três dimensões de sustentabilidade organizacional: financeira, social e ambiental. Foi utilizado o termo de pesquisa "LSS" em títulos, *abstracts* e nas palavras-chave dos documentos. Foram encontrados 719 documentos que serviram de base para o estudo bibliográfico. Como resultado, foram identificados 25 impactos principais do LSS através de uma pesquisa sistemática da literatura usando o método. O maior impacto identificado do LSS foi uma série de resultados econômicos nas organizações. Nos artigos encontrados sobre a metodologia LSS, não foram identificados artigos que fossem direcionados ao estudo da aplicação da metodologia LSS como um mecanismo para aumentar a sustentabilidade nas organizações. No entanto, notou-se que a metodologia LSS tem direcionado seus esforços gradualmente para atender a perspectivas futuras de sustentabilidade.

Em Oliveira e Da Silva Ferreira (2018), o método *Webibliomining* foi aplicado para seleção expor e explicar o estado da arte da pesquisa e priorização de temas de Planejamento e Controle de Produção (em inglês *Production Planning and Control* (PPC) ) a serem abordados em um modelo conceitual utilizado para a criação de softwares educacionais com o objetivo de aumentar a eficiência do ensino/aprendizagem desse tema para alunos de engenharia nas universidades brasileiras. Conforme o trabalho citado, os temas inerentes ao conteúdo do PPC abordados nas salas de aula e laboratórios universitários devem seguir não apenas a teoria básica fundamentada pelos autores tradicionais, mas também os avanços e tendências que estão ocorrendo no campo prático. Foi utilizada a base de dados *Web of Science* e o *softawre* Nails para formular e priorizar o conteúdo do PPC. As palavras pesquisadas foram: PPC,

*Production Planning, Simulation, Scheduling, Workload Control, Production Control, Remanufacturing, Manufacturing, Supply Chain Management, Production, Optimization e Make to Order.* Como resultado disso, os aspectos específicos de macro inerentes ao tema freqüentemente citados foram: Controle de Carga de Trabalho e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. Ações básicas de processos de PPC foram: Otimização e Simulação. O modelo proposto no trabalho de Oliveira e Da Silva Ferreira (2018) é estabelecido em um aplicativo de *software* que atuará como um jogo de perguntas e respostas sobre os temas inerentes ao PPC. No jogo, o aluno deve ser capaz de ter uma aprendizagem elementar e sequencial dos temas da PPC através do jogo de perguntas e respostas que trazem, além dos princípios e elementos básicos da matéria, as atualizações de relevâncias geradas diretamente do uso de bibliometria.

O trabalho De Abreu Gaspar, Shimoya e Shimoda (2018) apresenta *Webibliomining*, usando aplicação de técnicas de mineração de textos (*text mining*) em laudos médicos. Este trabalho teve como objetivo a aplicação do modelo na realização de um levantamento bibliométrico e utilizou a base *Scopus*. A busca utilizada foi *“‘Text Mining’ AND ‘Medical Reports Information’”*, o que retornou 82 registros de publicações. Os artigos mais relevantes encontrados foram utilizados na composição do núcleo de partida para a pesquisa bibliográfica para utilização da mineração de texto aplicadas a laudos médicos.

#### **4 ESTUDO DE CASO**

COM O OBJETIVO DE EXPLORAR O MÉTODO *Webibliomining*, um estudo de caso é apresentado à seguir utilizando o tema aprendizagem baseada em problemas na engenharia. Como afirmado anteriormente, o método *Webibliomining* busca gerar um núcleo de partida identificando quais trabalhos, dentro de um tópico previamente escolhido, são os mais antigos, os mais recentes, os mais relevantes e os mais relevantes nos “picos de ciclos” de desenvolvimento do tópico. O usuário escolhe como deseja compor o núcleo de partida, extraindo dos trabalhos encontrados na garimpagem o seu referencial.

## 4.1 Definição da amostra da pesquisa

A amostra pesquisada corresponde aos artigos indexados na Base de Dados *Scopus*, com acesso pelo Portal de periódicos Capes. A base de dados *Scopus* é multidisciplinar, com conteúdo de periódicos indexados abrangendo todas as áreas do conhecimento. Além de periódicos, esta base indexa outros documentos, tais como: patentes e publicações em conferências. Outras bases como a *Web of Science* e *Scielo* são abrangentes e representativas, ficando a cargo do pesquisador a escolha daquela que está disponível na sua instituição de pesquisa ou de ensino.

A pesquisa bibliográfica foi realizada na primeira semana de maio de 2019, contemplando todos os anos que estavam disponíveis na base *Scopus*, ou seja, de 1993 a 2019. Na sequência são detalhadas as etapas definidas na figura 01.

## 4.2 Pesquisa na amostra palavras-chave

Nesta etapa, uma sugestão para uma escolha eficiente da(s) palavra(s)-chave é a pesquisa no campo "Buscar Assunto" no portal de periódicos da Capes ([www.periodicos.capes.gov.br](http://www.periodicos.capes.gov.br)) da palavra ou frase que represente o assunto que se deseja pesquisar. Recomenda-se utilizar os termos em língua inglesa quando se deseja maior abrangência da pesquisa. De posse da relação dos documentos encontrados, faz-se uma pesquisa das palavras-chave nesses artigos, filtrando-os pelos os mais acessados, mais relevantes, mais recentes ou mais antigos. Assim, pode-se obter um conjunto de termos mais representativo para a pesquisa.

Neste exemplo de aplicação da metodologia proposta por Costa (2010), o termo utilizado inicialmente foi "*Problem Based Learning*", pois o interesse foi na pesquisa sobre Aprendizagem Baseada em Problemas com aplicação no ensino da engenharia. A pesquisa retornou 26.862 documentos. Para aprimorar a pesquisa, foram selecionados 25 artigos em anos distintos das publicações e registradas as palavras-chaves utilizadas pelos autores. Com auxílio do *software Wordart (2019)* foi construído

uma nuvem de palavras conforme a figura 02. O tamanho das palavras é proporcional a frequência em que as mesmas aparecem na pesquisa.

Figura 02- Nuvem de palavras resultante da pesquisa em 25 artigos na base de dados da Capes



Fonte: Wordart (2019)

Como mostrado na figura 02, o termo "*Problem-Based Learning*" (com hífen) se destacou na pesquisa. Foi, portanto, utilizado esse termo na base de dados da *Scopus*.

A busca foi aprimorada com a seguinte pesquisa: (*TITLE-ABS-KEY ("Problem-Based Learning") AND TITLE-ABS-KEY ("Engineering") AND TITLE-ABS-KEY ("Education")*). O operador booleano *AND* foi utilizado para restringir a pesquisa nos termos "*Problem-Based Learning*", "*Engineering*" e "*Education*". Os termos foram pesquisados nos campos título do documentos, resumo e palavras-chave. A pesquisa resultou em 1.684 documentos. Em virtude do elevado número de documentos resultantes, optou-se por uma nova *pesquisa* que considerasse somente *ARTICLE* ("*ar*") *OR REVIEW* ("*re*") restrito para a subárea de Engenharia ("*ENGI*").

A sintaxe da pesquisa ficou então: (TITLE-ABS-KEY (“Problem-Based Learning”) AND TITLE-ABS-KEY (“PBL”) AND TITLE-ABS-KEY (“Education”) ) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, “ar”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “re”)) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, “ENGI”)). A pesquisa resultou em 171 documentos.

### 4.3 Identificação dos periódicos com maior número de artigos publicados

Foram identificados 53 periódicos indexados na base Scopus que atendiam aos parâmetros da busca. O quadro 01 apresenta os dados referentes à distribuição de registros quanto ao título do periódico para 13 periódicos, que representam 71 % do total de registros encontrados.

Quadro 01 - Distribuição de artigos por título do periódico indexados

<b>NOME DO PERIÓDICO</b>	<b>ARTIGOS PUBLICADOS</b>
<i>International Journal of Engineering Education</i>	36
<i>European Journal of Engineering Education</i>	20
<i>IEEE Transactions on Education</i>	14
<i>Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice</i>	9
<i>International Journal of Electrical Engineering Education</i>	7
<i>Computer Applications in Engineering Education</i>	5
<i>International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning</i>	5
<i>Educational Technology and Society</i>	4
<i>International Journal of Technology and Design Education</i>	4
<i>Journal of Engineering Education</i>	4
<i>World Transactions on Engineering and Technology Education</i>	4
<i>Advances in Engineering Education</i>	3
<i>Journal of Computational and Theoretical Nanoscience</i>	3

Fonte: Elaborado pelos autores

Na proposta de Costa (2010), os periódicos elencados no quadro 01 podem ser classificados, para efeito de monitoramento no tema de interesse, pelo número de artigos publicados em um dado período de tempo. Por exemplo, os periódicos *International Journal of Engineering Education*, *European Journal of Engineering Education* e *IEEE Transactions on Education* se destacam. Uma ferramenta útil em várias bases de dados é o serviço de alerta para novas publicações. O usuário pode salvar o termo "*Problem-Based-Learning*" e os periódicos de interesse para monitorar as publicações naquela data em diante.

É oportuno destacar que existem vários critérios de *ranking* para revistas científicas e para o pesquisador. Um índice bastante difundido é o índice-H. Ele foi proposto em 2005 pelo professor Jorge Hirsch da Universidade da Califórnia em Hirsch (2005). Basicamente o método consiste em relacionar o número de publicações científicas com o número suas citações, tornando-se um parâmetro avaliativo de um pesquisador ou periódico.

Nos periódicos indicados no quadro 01, pelo critério do índice-H, o *Journal of Engineering Education* tem como índice-H 86. Isto significa que existem 86 artigos no periódico com pelo menos 86 citações cada um, dentro do período avaliado pela revista. Portanto, uma sugestão é que o leitor estabeleça seu critério (ou conjunto de critérios) para selecionar os periódicos ou artigos de interesse.

#### **4.4 Identificação dos autores com maior número de publicações**

Nesta pesquisa tratou-se da mesma forma a autoria e a co-autoria. O quadro 02 apresenta a distribuição de registros quanto à autoria dos artigos. Foram 160 autores identificados na pesquisa sobre o tema. No entanto, por questão de espaço no trabalho o quadro 02 contempla apenas os autores com pelo menos dois artigos indexados na base *Scopus*.

Quadro 02 - Distribuição de artigos por autor na base Scopus

Autor principal	Nº de artigos indexados na base	Autor principal	Nº de artigos indexados na base
Kolmos A.	3	Galand B.	2
Mantri A.	3	Gibbings P.	2
Mitchell J.E.	3	Gupta J.P.	2
Tortorella G.	3	Huang G.Q.	2
Vidic A.D.	3	Lou S.J.	2
Baharom F.	2	Mak K.L.	2
Brodie L.M.	2	Newstetter W.C.	2
Cauchick-Miguel P.A.	2	Raucent B.	2
Chen Y.C.	2	Shen B.	2
Chitkara M.	2	Smith J.	2
Chung P.	2	Stojković S.	2
De Camargo Ribeiro L.R.	2	Tseng K.H.	2
De Graaff E.	2	Yeh R.C.	2
Du X.Y.	2	Zhou C.	2
Dutt S.	2	Galand B.	2
Frenay M.	2	Gibbings P.	2

Fonte: Elaborado pelos autores

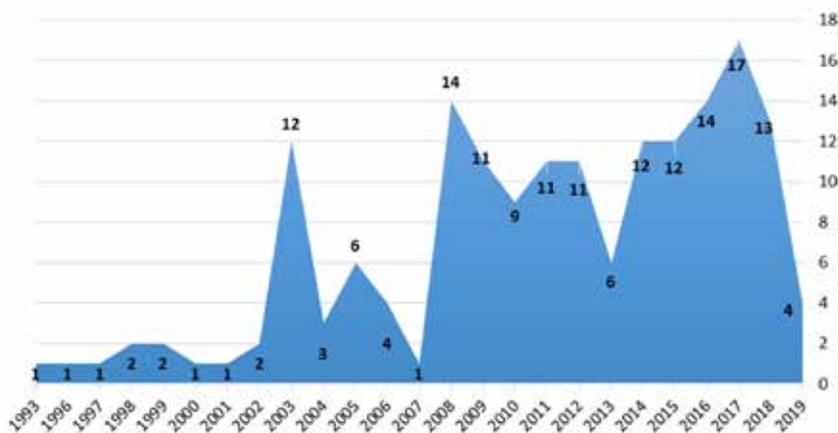
Ressalta-se que o número de publicações de cada autor no quadro 02 está estreitamente relacionado aos termos utilizados na pesquisa. Por exemplo, o autor Kolmos, Anette Jepsen (Kolmos, A.) tem na base 69 artigos indexados contemplando outras subáreas além da engenharia.

#### 4.5 Levantamento da cronologia da produção científica

A distribuição cronológica da produção científica sobre Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning*)

ning), de 1993 a 2019, no contexto da educação na engenharia é apresentada no gráfico 01.

Gráfico 01 - Distribuição cronológica da produção científica de 1993 a 2019 na base Scopus



Fonte: Elaborada pelos autores

Analisando o gráfico 01, observa-se que em 2003 houve um pico de publicações no tema. Uma curiosidade é que todos os 12 artigos foram publicados no periódico *International Journal of Engineering Education*. É possível acessar os detalhes de cada ano de publicação na base Scopus. Por exemplo, em 2008 há retomada das publicações com destaque para a Austrália com três publicações, Inglaterra com duas publicações e o Brasil, em terceiro, com uma publicação.

O trabalho intitulado "*Electrical engineering students evaluate problem-based learning (PBL)*" de Camargo Ribeiro, L.R. foi publicado no periódico *International Journal of Electrical Engineering Education*. Em 2017, três publicações de pesquisadores brasileiros de instituições diferentes foram identificadas na pesquisa, denotando um aumento da nossa participação no cenário de publicações indexadas.

#### **4.6 Seleção dos artigos para obtidos para formação do “núcleo de partida”**

Aplicando o método proposto por Costa (2010), consta que após a análise da amostra obtida, as seguintes regras são aplicadas no conjunto para seleção do referencial inicial da pesquisa bibliográfica ou “núcleo de partida”. Não foi evidenciado no trabalho de Costa (2010) qual o critério adotado para a distribuição sugerida do número de artigos necessários para o núcleo de partida.

##### **A - Seleção dos 3 artigos mais antigos de autores diferentes presentes na base**

1. De Graaff, E. and R. Cowdroy. 1997. “Theory and Practice of Educational Innovation through Introduction of Problem-Based Learning in Architecture.” *International Journal of Engineering Education* 13 (3): 166-174. [www.scopus.com](http://www.scopus.com).
2. Hadgraft, R. 1993. “A Problem-Based Approach to a Civil Engineering Education.” *European Journal of Engineering Education* 18 (3): 301-311. doi:10.1080/03043799308923248. [www.scopus.com](http://www.scopus.com).
3. Ma, J. 1996. “Group Decision Support System for Assessment of Problem-Based Learning.” *IEEE Transactions on Education* 39 (3): 388-393. doi:10.1109/13.538763. [www.scopus.com](http://www.scopus.com).

##### **B - Seleção dos 15 artigos mais recentes de autores diferentes presentes na base**

1. Alva, H. H., Uma, B., Shruthi, D. V., & Saroja, C. (2018). Enhancing learning outcomes in software engineering course through problem based learning and peer assisted learning. *Journal of Engineering Education Transformations, 2018*(Special Issue) doi:10.16920/jeet/2018/v0i0/120948

2. Bessa, B. R., Santos, S., & Duarte, B. J. (2019). Toward effectiveness and authenticity in PBL: A proposal based on a virtual learning environment in computing education. *Computer Applications in Engineering Education*, 27(2), 452-471. doi:10.1002/cae.22088
3. Chengbo, W., Hui, X., & Wen, S. (2019). SPSE — a model of engineering multimedia learning and training. *Multimedia Tools and Applications*, 78(1), 1149-1164. doi:10.1007/s11042-018-6520-5
4. Choi, K. -. (2019). Eco-tech fashion project: Collaborative design process using problem-based learning. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 12(1), 105-117. doi:10.1080/17543266.2018.1516808
5. Dahl, B. (2018). What is the problem in problem-based learning in higher education mathematics. *European Journal of Engineering Education*, 43(1), 112-125. doi:10.1080/03043797.2017.1320354
6. Elzomor, M., Mann, C., Doten-Snitker, K., Parrish, K., & Chester, M. (2018). Leveraging vertically integrated courses and problem-based learning to improve students' performance and skills. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 144(4) doi:10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000379
7. Florensa, I., Bosch, M., Gascón, J., & Winslow, C. (2018). Study and research paths: A new tool for design and management of project based learning in engineering. *International Journal of Engineering Education*, 34(6), 1848-1862. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
8. Li, H. -, Feng, Z. -, Cui, W., & Duan, W. -. (2018). Innovative design ability development of postgraduates by pbl pedagogy. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, 28(3-4), 255-275. doi:10.1504/ijceell.2018.098078
9. Lutsenko, G. (2018). Case study of a problem-based learning course of project management for senior engineering stu-

dents. *European Journal of Engineering Education*, 43(6), 895-910. doi:10.1080/03043797.2018.1454892

10. Mahmud, A. F., Buaja, T., & Noh, S. A. (2018). Problem-based learning model applied: Enhancing the first grade students' english achievement at muhammadiyah islamic school kota ternate. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 7(12), 270-272. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
11. Santos, D. M. B., & Silva, C. A. S. (2018). Problem-based learning in a computer engineering program: Quantitative evaluation of the students' perspective. *IEEE Latin America Transactions*, 16(7), 2061-2068. doi:10.1109/TLA.2018.8447377
12. Semushin, I. V., Tsyganova, J. V., Ugarov, V. V., & Afanasova, A. I. (2018). The WHATs and HOWs of maturing computational and software engineering skills in russian higher education institutions. *European Journal of Engineering Education*, 43(3), 446-472. doi:10.1080/03043797.2017.1385594
13. Tan, S., & Shen, Z. (2018). Hybrid problem-based learning in digital image processing: A case study. *IEEE Transactions on Education*, 61(2), 127-135. doi:10.1109/TE.2017.2766155
14. Tortorella, G., & Cauchick-Miguel, P. (2018). Combining traditional teaching methods and PBL for teaching and learning of lean manufacturing. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 915-920. doi:10.1016/j.ifacol.2018.08.465
15. Tortorella, G., & Cauchick-Miguel, P. A. (2018). Teaching lean manufacturing at a postgraduate level: Integrating traditional teaching methods and problem-based learning approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 9(3), 301-323. doi:10.1108/IJLSS-08-2017-0101

### **C - Seleção dos 15 artigos com maior grau de relevância, presentes na base**

1. Bütün, E. (2005). Teaching genetic algorithms in electrical engineering education: A problem-based learning approach.

- ch. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 42(3), 223-233. doi:10.7227/IJEEE.42.3.2
2. Bowe, B., Flynn, C., Howard, R., & Daly, S. (2003). Teaching physics to engineering students using problem-based learning. *International Journal of Engineering Education*, 19(5), 742-746. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
  3. Clyne, A. M., & Billiar, K. L. (2016). Problem-based learning in biomechanics: Advantages, challenges, and implementation strategies. *Journal of Biomechanical Engineering*, 138(7) doi:10.1115/1.4033671
  4. Costa, L. R. J., Honkala, M., & Lehtovuori, A. (2007). Applying the problem-based learning approach to teach elementary circuit analysis. *IEEE Transactions on Education*, 50(1), 41-48. doi:10.1109/TE.2006.886455
  5. De Camargo Ribeiro, L. R. (2008). Electrical engineering students evaluate problem-based learning (PBL). *International Journal of Electrical Engineering Education*, 45(2), 152-161. doi:10.7227/IJEEE.45.2.7
  6. De Camargo Ribeiro, L. R., & Mizukami, M. D. G. N. (2005). Student assessment of a problem-based learning experiment in civil engineering education. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 131(1), 13-18. doi:10.1061/(ASCE)1052-3928(2005)131:1(13)
  7. Efrénmora, C., Añorbe-Díaz, B., González-Marrero, A. M., Martín-Gutiérrez, J., & Jones, B. D. (2017). Motivational factors to consider when introducing problem-based learning in engineering education courses. *International Journal of Engineering Education*, 33(3), 1000-1017. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
  8. Galand, B., Frenay, M., & Raucant, B. (2012). Effectiveness of problem-based learning in engineering education: A comparative study on three levels of knowledge structure. *International Journal of Engineering Education*, 28(4), 939-947. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

9. Jaeger, M., & Adair, D. (2014). The influence of students' interest, ability and personal situation on students' perception of a problem-based learning environment. *European Journal of Engineering Education*, 39(1), 84-96. doi:10.1080/03043797.2013.833172
10. Santos-Martin, D., Alonso-Martínez, J., Eloy-Garcia Carrasco, J., & Arnaltes, S. (2012). Problem-based learning in wind energy using virtual and real setups. *IEEE Transactions on Education*, 55(1), 126-134. doi:10.1109/TE.2011.2151195
11. Promentilla, M. A. B., Lucas, R. I. G., Aviso, K. B., & Tan, R. R. (2017). Problem-based learning of process systems engineering and process integration concepts with metacognitive strategies: The case of P-graphs for polygeneration systems. *Applied Thermal Engineering*, 127, 1317-1325. doi:10.1016/j.applthermaleng.2017.08.086
12. Valverde, M. L. G., & Carmona, A. L. (2015). The problem based learning (PBL) applied to higher education: San carlo alle quattro fontane from mathematics and historical sources. *International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning*, 22(3), 31-42. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
13. Yadav, A., Subedi, D., Lundeberg, M. A., & Bunting, C. F. (2011). Problem-based learning: Influence on students' learning in an electrical engineering course. *Journal of Engineering Education*, 100(2), 253-280. doi:10.1002/j.2168-9830.2011.tb00013.x
14. Zhou, C., Purushothaman, A., & Rongbuttsri, N. (2013). Facilitating sustainability of education by problem-based learning (PBL) and information and communication technology (ICT). *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 8(6), 50-54. doi:10.3991/ijet.v8i6.3146
15. Zhou, C., & Shi, J. (2015). A cross-cultural perspective to creativity in engineering education in problem-based learning (PBL) between denmark and china. *International*

Journal of Engineering Education, 31(1), 12-22. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

**D - Seleção de artigos com maior relevância para cada um dos ciclos identificados na seção anterior.**

Bowe, B., Flynn, C., Howard, R., & Daly, S. (2003). Teaching physics to engineering students using problem-based learning. *International Journal of Engineering Education*, 19(5), 742-746. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Cirstea, M. (2003). Problem-based learning (PBL) in microelectronics. *International Journal of Engineering Education*, 19(5), 738-741. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

De Graaff, E., & Kolmos, A. (2003). Characteristics of problem-based learning. *International Journal of Engineering Education*, 19(5), 657-662. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Zolin, R., Fruchter, R., & Levitt, R. E. (2003). Realism and control: Problem-based learning programs as a data source for work-related research. *International Journal of Engineering Education*, 19(6), 788-798. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

De Camargo Ribeiro, L. R. (2008). Electrical engineering students evaluate problem-based learning (PBL). *International Journal of Electrical Engineering Education*, 45(2), 152-161. doi:10.7227/IJEEE.45.2.7

Mias, C. (2008). Electronic problem based learning of electromagnetics through software development. *Computer Applications in Engineering Education*, 16(1), 12-20. doi:10.1002/cae.20112

Veldman, F. J., De Wet, M. A., Ike Mokhele, N. E., & Bouwer, W. A. J. (2008). Can engineering education in south africa afford to avoid problem-based learning as a didactic approach? *European Journal of Engineering Education*, 33(5-6), 551-559. doi:10.1080/03043790802564152

Dahms, M. L., Spliid, C. M., & Nielsen, J. F. D. (2017). Teacher in a problem-based learning environment—Jack of all trades? *European Journal of Engineering Education*, 42(6), 1196-1219. doi:10.1080/03043797.2016.1271973

Efrénmora, C., Añorbe-Díaz, B., González-Marrero, A. M., Martín-Gutiérrez, J., & Jones, B. D. (2017). Motivational factors to consider when introducing problem-based learning in engineering education courses. *International Journal of Engineering Education*, 33(3), 1000-1017. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Jevremovic, A., Shimic, G., Veinovic, M., & Ristic, N. (2017). IP addressing: Problem-based learning approach on computer networks. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(3), 367-378. doi:10.1109/TLT.2016.2583432

Promentilla, M. A. B., Lucas, R. I. G., Aviso, K. B., & Tan, R. R. (2017). Problem-based learning of process systems engineering and process integration concepts with metacognitive strategies: The case of P-graphs for polygeneration systems. *Applied Thermal Engineering*, 127, 1317-1325. doi:10.1016/j.applthermaleng.2017.08.086

## 5 OUTROS RESULTADOS

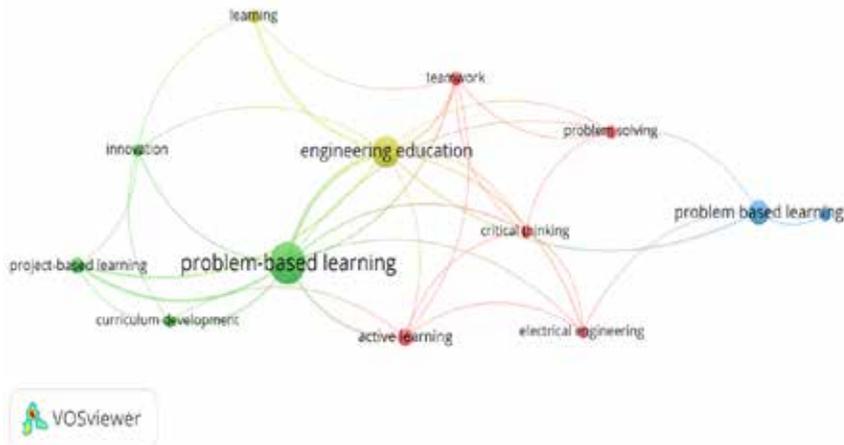
Apesar do método *Webibliomining* proposto Costa (2010) não conter explicitamente a utilização de análise de redes bibliométricas, sua aplicação pode ampliar a compressão das informações obtidas na base de dados selecionada. Neste estudo de caso, utilizou-se o *software VOSviewer* definido em Van Eck e Waltman (2011) para ampliar as informações de relacionamento palavras-chave, autores e países. O trabalho de Vieira et al. (2017) também confirma o conjunto de referências encontrados.

Na figura 03 consta um mapa de rede com as palavras-chave mais relevantes dos 171 registros selecionados. O *VOSviewer* identificou cinco agrupamentos (*Clusters*) no período de 1993 a 2019, com cores distintas. Esses agrupamentos representam os relacionamentos entre as palavras-chave e a frequência de citações referentes as mesmas.

Quanto às relações, observa-se que os termos *Problem-Based Learning* (na figura 03 como *Problem-b*) e o termo *Engineering* (na figura 03 como *engineeri*) estão representados por círculos na parte central do mapa. O tamanho, a largura da linha e

a proximidade entre eles indicam forte relação e relevância no conjunto de termos pesquisados.

Figura 03 – Clusterização de termos nos 171 registros de 1993 a 2019

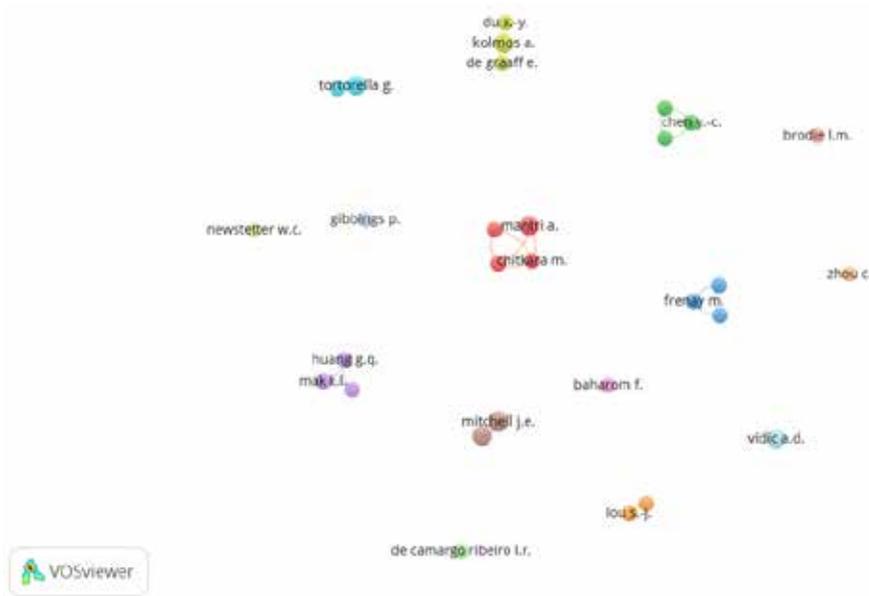


Fonte: Elaborada pelos autores

Também na figura 03 verifica-se que existem palavras dispersas, citadas com menor frequência que podem ser consideradas com menor relevância para a sintaxe de pesquisa elaborada para este no caso.

Na figura 04 um mapa de rede com os autores mais relevantes dos 171 registros foi elaborado pelo *VOSviewer*, com um agrupamento de dezesseis *clusters*, com cores distintas. Observa-se uma distribuição equilibrada entre os autores ou grupos de autores pesquisando o tema em questão. A rede apresentada indica pouca ou nenhuma interação entre os grupos, mas sim dentro dos grupos. Os autores Mantri A.; Gupta J.P; Chitkara M e Dutt S, destacados nos clusters de cor vermelha ao centro do mapa, possuem uma boa ligação neste campo da pesquisa.

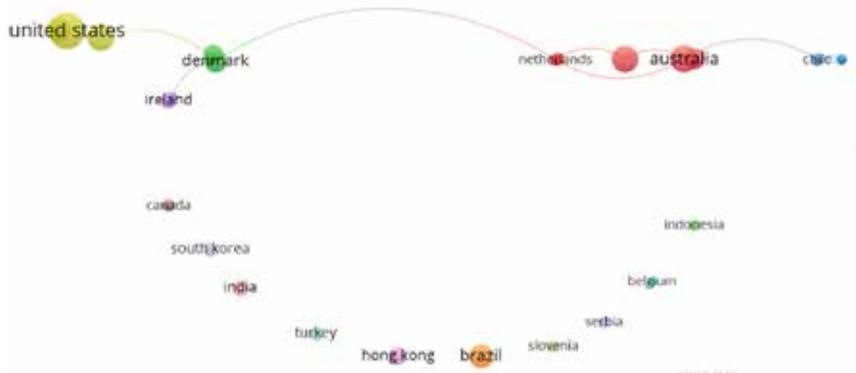
Figura 04 – Clusterização de autores nos 171 registros de 1993 a 2019



Fonte: Elaborada pelos autores

Na figura 05 uma análise com mapa por países, observa-se um agrupamento de quatorze *clusters*, com cores distintas, que foi construído pelo critério de número de documentos publicados. A rede apresentada indica pouca ou nenhuma interação entre os países que orbitam em torno do grupo formado pelo Estados Unidos, Espanha, Malásia, Reino Unido, Austrália, Dinamarca, Holanda e Chile. Na parte inferior da figura 05, tem-se uma ampliação (*zoom*) das ligações desses países citados, onde se pode constatar ligação mais forte entre Estados Unidos e Espanha e do lado esquerdo da figura a Austrália e Reino Unido.

Figura 05 – Clusterização de países nos 171 registros de 1993 a 2019



Fonte: Elaborada pelos autores

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho abordou o método denominado de *Webbibliomining*, como uma alternativa de sistematização de procedimento na identificação de um referencial bibliográfico inicial para uma revisão bibliográfica sobre um tema específico. O objetivo geral foi discutir e aplicar, em um caso real, o método proposto que pode contribuir para uma pesquisa bibliográfica melhor fundamentada e com maior credibilidade, mesmo que iniciada em mecanismos de busca na Internet.

A aplicação das seis etapas do método de construção de um núcleo de partida demonstrou ser de fácil compreensão e eficiente. O tema de interesse Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based Learning*) retornou uma amostra inicial de 26.862 registros na base de periódicos da Capes, com elevada dispersão para o objetivo de se pesquisar no campo da engenharia. O refinamento das palavras-chave é fundamental para a formação de palavras-chave de pesquisa mais eficiente. Ao final da análise dos 25 artigos selecionados e aplicação dos termos "*Problem-Based Learning*", "*Engineering*" e "*Education*" restritos à artigos em engenharia, e no período de 1993 a 2019,

a amostra ficou com 171 registros. Esse número é relativamente pequeno quando se pesquisa o tema *Problem-Based Learning*, por exemplo, na área médica.

Cabe ressaltar que esse tema que tem sido amplamente discutido por professores no Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica em Engenharia e Arquitetura – DIATec da UFC, no contexto da reforma dos projetos pedagógicos dos cursos de graduação.

O núcleo de partida com os 44 artigos selecionados pelos critérios do método proposto, representa aproximadamente 26% da amostra selecionada. Esse número é inferior aos 30% citado nas referências do autor do método. Entretanto, vale salientar que uma análise pormenorizada de cada artigo e de suas referências pode ampliar esse núcleo de partida. Também é oportuno ressaltar que outras fontes como monografias, dissertações, teses e artigos de congresso, podem também fazer parte da amostra inicial.

Um elemento adicional ao trabalho foi a inclusão de análise de redes bibliométricas usando palavras-chave, autores e países com o *software VOSviewer*, que é gratuito. Foi possível, com os mapas de redes construídos, verificar que as palavras-chave dos 171 artigos pesquisados estavam em consonância com as palavras-chave selecionadas preliminarmente.

Também pode-se constatar que os Estados Unidos lideram em número de publicações e interação em maior grau com outros autores e países. Quanto aos autores, a percepção pela figura 04 é que de uma forma geral a interação entre pesquisadores ainda é incipiente.

Como sugestão de futuros trabalhos, a inclusão de monografias, dissertações e teses disponíveis na Capes e nos repositórios institucionais das instituições de ensino pode ampliar a pesquisa sobre o tema. Além disso, explorar as potencialidades do método *Webibliomining*.

## REFERÊNCIAS

ALMIND, T. C.; INGWERSEN, P. INFORMETRIC ANALYSES ON THE WORLD WIDE WEB: METHODOLOGICAL APPROACHES TO "WEBOMETRICS". *Journal Of Documentation*, v. 53, n. 4, p. 404-426, 1997.

ARAÚJO, C. A. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em Questão*, v. 12, n. 1, p. 11-32, 2006.

COSTA, H. C. Modelo para webibliomining: proposta e caso de aplicação. **Revista da FAE**, v. 13, n.1, p. 115-126, 2016.

DE ABREU GASPAR, I.; SHIMOYA, A.; SHIMODA, E.. Extração de informações de laudos médicos utilizando text mining: Aplicação do método webibliomining. *Acta Biomedica Brasiliensia*, v. 9, n. 2, p. 1-9, 2018.

DE BARROS, M. D. et al. Mapping of the scientific production on the ITIL application published in the national and international literature. *Procedia Computer Science*, v. 55, p. 102-111, 2015.

DE FREITAS, J. G.; COSTA, H. G. Impacts of Lean Six Sigma over organizational sustainability: A systematic literature review on Scopus base. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 8, n. 1, p. 89-108, 2017.

FARIAS, D. C.; ARAUJO, F. O. de. Gestão hospitalar no Brasil: revisão da literatura visando ao aprimoramento das práticas administrativas em hospitais. *Ciência & saúde coletiva*, v. 22, p. 1895-1904, 2017.

FONSECA, E. N. da, org. Bibliometria: teoria e prática; textos de Paul Otlet, Robert Estivais, Victor Zoltowski, Eugene Garfield. São Paulo, Cultrix; Editorada USP, 1986. 141p.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, v. 5, n. 61, p. 16-17, 2002.

GUEDES, V.; BORSCHIVER, S. Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. In: CIFORM – Encontro Nacional de Ciência da Informação, 6., 2005, Salvador. Anais. Salvador: ICI/UFBA, 2005.

HIRSCH, J. E. An index to quantify an individual's scientific research output. Proceedings of the National academy of Sciences, v. 102, n. 46, p. 16569-16572, 2005.

MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. Ciência da Informação, Brasília, v. 27, n. 2, p. 134-140, maio/ago. 1998.

MCGRATH, W. What bibliometricians, scientometricians and informetricians study; a typology for definition and classification; topics for discussion. In: International Conference On Bibliometrics, Scientometrics And Informetrics, 1989, Ontario. Second Conference. Ontario: The University of Western Ontario, 1989.

NICHOLSON, S. The bibliomining process: Data warehousing and data mining for library decision-making. 2003.

NICHOLSON, S. The basis for bibliomining: Frameworks for bringing together usage-based data mining and bibliometrics through data warehousing in digital library services. Information processing & management, v. 42, n. 3, p. 785-804, 2006.

OLIVEIRA, G. R.; DA SILVA FERREIRA, A. A Webibliomining Analysis of PPC in the Perspective of Creating an Educational Software for Brazilian University Education. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, v. 5, n. 8, 2018.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. . Text mining and visualization using VOSviewer. arXiv preprint arXiv:1109.2058, 2011.

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. *Ciência da informação*, v. 31, n. 2, p. 152-162, 2002.

VIEIRA, K. et al. A utilização do PBL nos cursos de engenharia do Brasil: uma análise bibliométrica. TCC (especialização) - Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Joinville. *Ciência e Tecnologia*. 2017.

WORDART. Word Cloud Art Creator. Software online, 2019. Disponível em: <https://wordart.com>.

# **PLANEJAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E PROJETOS NO CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS**

**Antonio Paulo de Hollanda Cavalcante**

**Cely Martins Santos de Alencar**

**Gisele Azevedo De Araujo Freitas**

**Luis Gonzaga Rodrigues Filho**

**Natália Maria Cordeiro Barroso**

## **1 INTRODUÇÃO**

O estudo de teorias, de métodos e de sistemas apropriados que assegurem uma transmissão de conhecimentos de forma estruturada é uma preocupação antiga das sociedades. A evolução da Internet e de dispositivos eletrônicos, como os smartphones, tem facilitado o acesso da população, em particular dos estudantes, a diversos tipos de conteúdos gerais ou específicos. Contudo, tais conteúdos podem não garantir o desenvolvimento de um conhecimento.

Contrariamente ao que alguns acreditam, o papel do docente se torna ainda mais relevante nessas circunstâncias e, para melhor se beneficiar desse novo paradigma, estão sendo propostas abordagens de ensino e aprendizagem que dão ao estudante um papel protagonista nesse processo, denominadas Metodologia Ativas.

Destaca-se, dentre essas abordagens, a metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) (*Problem-Based Learning* – PBL), cujos princípios da aprendizagem, segundo Ribeiro (2008), guardam muita semelhança com as teorias de Ausubel (Teoria da Aprendizagem Significativa), de Piaget (Construtivista), de Dewey (Princípio da Aprendizagem Autônoma).

Considerando necessário adaptar o modelo tradicionalmente praticado na maioria das universidades, de maneira a

permitir a integração de novas metodologias e tecnologias à formação dos alunos, um Grupo de Pesquisa com foco em metodologias ativas de ensino e aprendizagem, vinculado ao Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica, DIATEC, do Centro de Tecnologia da UFC, propõe uma abordagem baseada na ABP. O objetivo é aplicar essa abordagem nas disciplinas do segundo semestre do curso de Engenharia de Energias Renováveis.

A maioria dos professores do DIATEC leciona disciplinas básicas das engenharias, dos primeiros semestres, favorecendo a interdisciplinaridade no departamento. A escolha de uma turma de primeiro ano se deve a um conjunto de motivos. O principal consiste em contribuir para um melhor acolhimento e direcionamento dos alunos, de forma a promover uma visão mais abrangente sobre a engenharia por meio de um ambiente envolvente, criativo, estimulante e reflexivo, desde o início do curso. Há ainda uma conveniência de ordem prática, visto que é mais fácil agrupar alunos simultaneamente matriculados em diferentes disciplinas no primeiro ano do que em semestres mais avançados, sendo essa uma condição necessária para a aplicação de projetos em contextos multidisciplinares. Adicionalmente, tem-se a expectativa de efeito positivo sobre a redução da evasão, muito alta nos primeiros semestres dos cursos de engenharia.

Para dar suporte à adaptação de novas abordagens e técnicas, o grupo de pesquisa vem se reunindo regularmente, fazendo um estudo aprofundado da ABP, ao mesmo tempo em que se articula em torno do planejamento de sua aplicação no curso supracitado. Situações-problema reais e reflexivas, entrelaçando conceitos das disciplinas Introdução à Engenharia, Fundamentos de Cálculo, Álgebra Linear, Fundamentos de Física, Programação Computacional e Desenho para Engenharia, são propostas e adaptadas com vistas à utilização da ABP.

Neste artigo, é introduzida, de forma sucinta, a ABP e apresentado o projeto de concepção e planejamento para a sua aplicação no curso de Engenharia de Energias Renováveis, de-

nominado aqui de "Oficina PBL", destacando seus desafios, dificuldades e ganhos.

## 2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (ABP)

Como explica Ribeiro (2008), a ABP é uma metodologia de ensino/aprendizagem que se caracteriza pelo uso de problemas da vida real para estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades de solução de problemas para a aquisição de conceitos fundamentais da área de conhecimento pela qual tenha sido adotada.

Em termos conceituais, a ABP surgiu na Europa, nos anos '70. A Universidade de Alborg (UA), na Dinamarca, iniciou esta metodologia em seus cursos em 1974, ano de sua fundação. Atualmente, a UA dispõe de três centros: Engenharia e Ciências, Ciências Sociais e Humanidades, acumulando mais de trinta anos de experiência na metodologia ABP (problemas e projetos). A abordagem da UA envolve o diálogo entre os atores "Ensino, Empresa e Sociedade", denominados de 'hélice tripla. por Enemark & Kjaersdam (*in* Ulisses, F. & Araújo G, 2016:17)<sup>1</sup>,

Adotando este diálogo, a UA avançou bastante no desenvolvimento da ABP (ou, PBL) e se tornou pioneira nesta metodologia, uma vez que os alunos trabalham com problemas reais no âmbito empresarial, nas instituições, nas ONGs ou na sociedade civil, tentando solucioná-los com projetos 'em grupo', se utilizando de modernas tecnologias sob supervisão de um professor da área de pesquisa.

De acordo com publicações da FGV (2003) e Câmara (2018)<sup>2</sup>, a metodologia<sup>3</sup> ABP pode ser expressa pela articulação entre 7 passos principais, descritos a seguir:

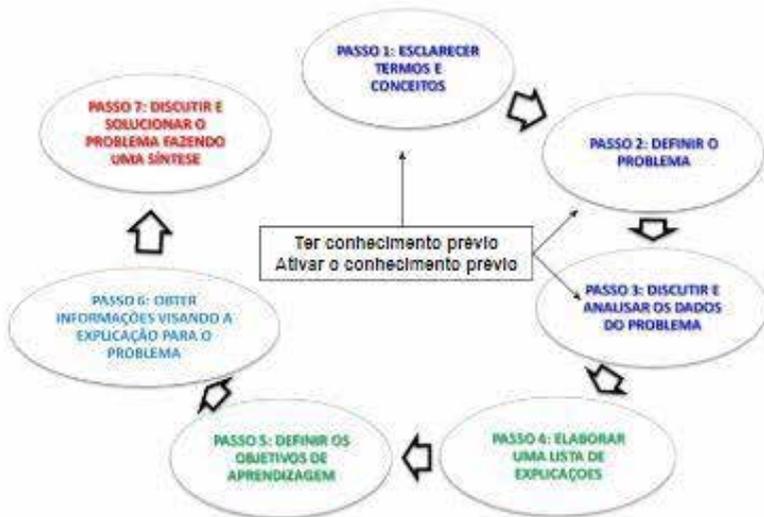
---

1 SASTRE, Genoveva; ARAUJO, U. F. Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior. São Paulo: Summus Editorial, 2009.

2 Câmara, Lília (2017). Apresentação dos Sete passos do PBL. oficina PBL. Ano 2017;

3 Publicações: FGV,(2003).PBL NA ESCOLA DE ECONOMIA DE SÃO PAULO. Apresentação. Fundação Getúlio Vargas. Ano 2018;link: <https://eesp.fgv.br>

Figura 01 - Fluxograma da metodologia



Fonte: os autores

- a. **Passo 1:** ler o problema e esclarecer os termos e conceitos, precisando os seus significados exatos, para evitar confusões e permitir que todos os participantes do grupo comecem do mesmo ponto de partida; os alunos questionam termos e conceitos desconhecidos e eles mesmos dão explicações;
- b. **Passo 2:** definir o problema, analisando-o e limitando-o em relação aos temas envolvidos e tornando-o concreto e levantando perguntas a serem respondidas para solucioná-lo;
- c. **Passo 3:** brainstorming, ativando conhecimento prévio do grupo sobre o problema definido e dando resoluções, explicações e alternativas possíveis para ele;
- d. **Passo 4:** classificar soluções para o problema entre as levantadas durante o *brainstorm*, indicando relações entre elas;
- e. **Passo 5:** formular objetivos de aprendizagem, baseados no conhecimento de conteúdos e/ou conceitos que ainda faltam para a resolução do problema;

- f. **Passo 6:** estudo em grupos menores dos conteúdos e/ou conceitos levantados nos objetivos de aprendizagem, a partir de bibliografias iniciais indicadas pelo professor e em outras a serem pesquisadas pelo grupo, fazendo relação com os conhecimentos prévios levantados durante o brainstorm, tomando notas e preparando pequenos relatórios a serem usados durante a pós-discussão;
- g. **Passo 7:** relatar no grupo de tutorial o que foi estudado e qual(is) solução(ões) levantada(s), tirando possíveis dúvidas, relacionando conteúdos e garantindo que o conteúdo foi estudado e discutido em profundidade suficiente para solucionar o problema. Garantir que todos os participantes tenham compreendido os conceitos e conteúdos e consigam explicá-los.

Estas etapas foram utilizadas como ponto de partida para o desenvolvimento da Oficina PBL, relatada na seção seguinte.

### 3 A OFICINA PBL

A ABP é uma das metodologias ativas (MAs) a serem consideradas para implantação de novas abordagens no ensino superior. Encontra-se presente nos PPCs das engenharias, estando de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia (MEC, 2018)<sup>4</sup>.

No Centro de Tecnologia da UFC, em particular, está prevista uma inserção gradual das MAs de acordo com as mudanças curriculares que vêm ocorrendo desde 2018. No caso do DIATEC, este processo de adoção de MAs se iniciou em 2016. Periodicamente, diversos debates relacionados ao ensino/aprendizagem, envolvendo professores de vários departamentos do Centro de Tecnologia, vêm acontecendo no ambiente do DIATEC. Em 2017, foi criado um Grupo de Pesquisa com foco em Metodologias Ativas o qual envolvia 3 atividades principais: **Atelier de Ensino**, **Edumining** e **Oficina PBL**.

---

4 Proposta no site do MEC: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=93861-texto-referencia-dcn-de-engenharia&category\\_slug=agosto-2018-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=93861-texto-referencia-dcn-de-engenharia&category_slug=agosto-2018-pdf&Itemid=30192)

Em um passo inicial, a Oficina PBL vem se reunindo semanalmente, desde 2017.2, e estabelecendo parcerias com outros professores e cursos da UFC, em especial com a Profa. Lília Câmara, coordenadora do grupo tutorial de aplicação do PBL no 3º ano do Curso de Medicina, e com o Prof. Luiz Roberto Oliveira, Coordenador do NUTEDS (<http://www.nuteds.ufc.br>), Núcleo de Tecnologias e Educação a Distância em Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará.

A Profa. Lília, coordenou a Oficina PBL em sua formação inicial ministrando cursos de capacitação para os professores do DIATEC. Em um segundo momento, os professores do DIATEC participaram, como observadores, das práticas dos 07 passos do PBL em disciplinas no Departamento de Patologia, da faculdade de Medicina da UFC, Campus do Porangabussu. Ato seguinte, os professores do DIATEC alinharam suas tratativas com o Curso de Engenharia Renováveis, momento em que passaram a debater a possibilidade de aplicação do PBL (ABP) naquele curso, marcando a gênese do presente projeto.

#### 4 METODOLOGIA

O levantamento do estado da arte é uma tarefa contínua durante todo o projeto, visando localizar conteúdos disponíveis sobre os temas de interesse. Um acompanhamento constante dos artigos publicados é realizado, focando especialmente nos anais de conferências recentes, bem como artigos de jornais e revistas indexadas.

Além disso, a metodologia de pesquisa a ser empregada deve se coadunar ao PPC do curso de Energias Renováveis (EER), levando em consideração, do conjunto de disciplinas deste curso, aquelas que são potencialmente candidatas à articulação para aplicação da ABP em duas possíveis abordagens: (1) **PBL-Horizontal-Problemas**, envolvendo várias disciplinas no mesmo semestre letivo com características de interdisciplinaridade, e; (2) **PBL-Vertical-Projetos**, envolvendo várias disciplinas de diferentes semestres letivos em níveis diferentes de ensino (básico, técnico/científico e profissional), com características multidisciplinares.

Para o planejamento de uma primeira aplicação da ABP, opta-se pelo PBL-Horizontal-Problemas fazendo vínculos com todas as disciplinas do segundo semestre do curso. Contudo, por dificuldades de conciliação de horários do grupo, dentre outras, o planejamento fica restrito às disciplinas de Desenho, Fundamentos de Cálculo, Fundamentos de Física, Programação e Introdução à Engenharia.

Inicialmente, o grupo de professores do DIATEC responsáveis por essas disciplinas, com participação ativa do coordenador do curso de EER, faz estudos semanais sobre a metodologia APB. Posteriormente, busca identificar especificidades na aplicação da ABP inerentes ao curso de EER, destacando as relações entre os conteúdos básicos e os de cunho mais profissional. Para tanto, torna-se necessária a participação de professores de disciplinas de semestres mais avançados, conhecedores da EER. Estes docentes indicam e fornecem as bases que fundamentam as diversas situações-problema a serem adaptadas a uma aplicação da ABP. Com esta contribuição, o grupo cresce e se enriquece com a integração de professores das disciplinas de Mecânica, Aerodinâmica, Termodinâmica, dentre outros.

Agregam-se, também, à Oficina PBL uma pedagoga, especialista em avaliação, e uma psicopedagoga do Centro de Tecnologia (CT) que acompanha a implantação dos novos currículos nas engenharias do CT. Uma proposta de avaliação do trabalho dos estudantes, analisando diversos aspectos de suas atividades, é parte essencial do planejamento.

Após um ano e meio de encontros, estudos, discussões, ficam definidas as situações-problema, cujas resoluções se ancoram em conceitos específicos das disciplinas selecionadas para o projeto, o formato da avaliação e todo o planejamento para a aplicação da metodologia. Nesse tempo, a diretoria do Centro de Tecnologia monta uma sala com uma infraestrutura adequada à aplicação da ABP.

A experimentação ocorre no segundo semestre de 2019, sendo previstas atividades de divulgação dos dados, resultados e análise da aplicação metodologia ABP.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preparação da metodologia ABP no curso de Engenharias de Energias Renováveis trouxe aos professores do DIATEC uma motivação essencial para o sucesso do andamento do projeto. Ademais, desde o início da Oficina PBL, em suas reuniões extras e ordinárias, após o registro do Projeto de Pesquisa oficial, ocorreram mudanças comportamentais tanto na coordenação do curso, quanto no corpo de professores envolvidos, os do primeiro semestre e os de semestres do campo profissional.

Algumas dificuldades foram encontradas, desde a tentativa de encontrar um horário comum a todos os participantes na discussão e planejamento das ações, bem como à necessidade de revisão do plano de ensino e adaptação dos conteúdos de cada disciplina à proposta integradora e também a escolha do tema a ser desenvolvido no projeto.

Apesar das dificuldades, a tarefa de mudança de paradigmas foi lançada e o grupo preparou-se para as primeiras experiências empíricas para 2019.2 e 2020.1. Para um trabalho posterior, estão previstas atividades de divulgação dos dados, Gamificação das turmas de ingressantes com temáticas orientadas pela coordenação do curso, nas áreas de Aerogeradores, Fotovoltaica, Biomassa e Marés.

Espera-se que a Oficina PBL possa se estabelecer como um fórum permanente de discussão em metodologias ativas de ensino no Centro de Tecnologia e que outros cursos de Engenharia no CT se tornem parceiros na construção de práticas pedagógicas e troca de experiências, tendo em vista a qualidade do ensino e a formação de discentes preparados para os novos desafios que a sociedade e o mercado impõem.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino superior. 3. ed. São Paulo:Summus editorial, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação em Engenharia. Brasília, DF, 2018. \_\_\_\_\_. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=93861-texto-referencia-dcn-de-engenharia&category\\_slug=agosto-2018-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=93861-texto-referencia-dcn-de-engenharia&category_slug=agosto-2018-pdf&Itemid=30192)> Acesso em: 01 out. 2018.

BENDER, W. N. Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação Diferenciada para o Século XXI. 1ª edição. Ed. Penso, 2014.

CÂMARA, Lilia Maria Carneiro. *Apresentação dos Sete Passos do PBL*. Notas de Aula. Treinamento da Experiência em PBL no Curso de Medicina da FAMED/UFC. Oficina PBL. Ano 2018;

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. PBL na Escola de Economia de São Paulo. Apresentação. Fundação Getúlio Vargas. 2018. Disponível em: <<https://eesp.fgv.br>> Acesso em: 01 out. 2018.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo et al. A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores. 2005.

RIBEIRO, Luís R. De Camargo. Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL): uma experiência no ensino superior. 2008.

## OS AUTORES



**Antonio Paulo de Hollanda Cavalcante** - Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela UFC (1990), é Mestre em Engenharia de Transportes pelo PET-CO-PPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (2002). Doutor em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília, PPG-FAU/UnB. Participante dos Grupos de Pesquisas: Dimensões Morfológicas do Processo de Urbanização, Rede Morfológica de Cidades do Estado do Ceará; RedePGV, Rede Ibero - Americana de Estudos em Pólos Geradores de Viagens. Coordenador da Comissão de Uso do Solo do PARTEC UFC. Atualmente é professor Associado do Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica (DIATEC), da UFC, com experiência em Planejamento Urbano e de Transportes, atuando principalmente nos seguintes temas: Modelagem da oferta, macroacessibilidade em cidades, pólos geradores, sistema de informações geográficas, ensino de engenharia com metodologias ativas: Problem e Project Based Learning.



**Carlos Estevão Rolim Fernandes** - Engenheiro e mestre em Engenharia Elétrica pela UFC. atuou no desenvolvimento de técnicas de processamento de sinais para a implantação de sistemas celulares, em projetos com a Ericsson e com o CPqD. Doutor pela Universidade de Nice Sophia Antipolis (2008). Trabalha com inteligência computacional, em questões temáticas como 5G, smart grids, big data e IoT. Desde 2009 é docente nos cursos de Engenharia da UFC. Participou ativamente da criação do Departamento

de Integração Acadêmica e Tecnológica (DIATEC) no Centro de Tecnologia (2015), congregando competências e estruturas para a formação de Engenheiros com visão macroscópica, integrada e inovadora. Trabalha com questões atuais da educação em Engenharia. Em 2018, criou o Projeto Superinventores, atuando nos eixos de pesquisa e extensão em áreas de tecnologias educacionais e pensamento computacional para a educação básica. Primeiro chefe do DIATEC, é também é diretor adjunto de relações interinstitucionais no CT/UFC, para programas de acadêmicos de internacionalização, especialmente com escolas francesas de Engenharia.



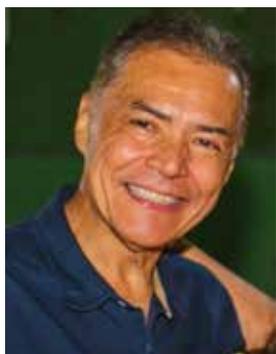
**Cely Martins Alencar** - Graduada em Engenharia Civil pela UFC. Mestre em Engenharia de Transportes pela EESC/USP e Doutora em Ciência da Informação pela UNESP. Atuou como docente na Universidade Federal do Cariri desenvolvendo pesquisas no Laboratório Estatística Modelagem e Geoprocessamento (LEMGE/UFCA). É professora Adjunta do Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica em Engenharia e Arquite-

tura (DIATEC) e Coordenadora do curso de Engenharia Civil da (UFC). Coordena o grupo de pesquisa Laboratório de Modelagem da Informação (LMI/DIATEC), com experiências em Geoprocessamento e Modelagem da Informação Espacial, com aplicações de Sensoriamento Remoto e BIM (Building Information Construction) aplicado aos projetos de Infraestruturas Urbanas e na Engenharia Ambiental. No ensino de Engenharia tem experiência com Metodologias Ativas: Problem e Project Based Learning (PBL).



**Giselle Azevedo de Araújo Freitas** - Possui Graduação em Ciências da Computação pela Universidade Estadual do Ceará (1998), mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Ceará (2002) com estágio no Estados Unidos no Laboratório MERL (Mitsubishi Electric Research Laboratories), doutorado em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Ceará (2010) e pós-doutorado na Universidade de Nice

Sophie-Antipolis (2016). Trabalhou como analista e gestora de projetos das empresas de tecnologia Sena Informática e na empresa Sofstix. Foi professora de graduação do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (CEFET-CE). Fez um estágio citado em Data Mining no laboratório de pesquisa MERL (Mitsubishi Electric) em Massachussetts, EUA. Foi gestora de projetos no Instituto Atlântico (IA). Foi professora na Faculdade FIC no curso de Sistemas de Informação. Foi gestora de projetos e vice-gerente da Unidade de Software na Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência Social (DATAPREV). Atualmente é professora do DIATE/CT da Universidade Federal do Ceará. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Machine Learning e Sistemas Distribuídos.



**Helano de Sousa Castro** - Foi até junho 2020 professor do Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica do Centro de Tecnologia (CT) da UFC, tendo sido ainda professor dos Departamentos de Engenharia Elétrica e de Engenharia de Teleinformática, ambos no mesmo centro. Graduiu-se em Engenharia Elétrica em 1982 (UFC), recebeu o título de Mestre em Engenharia Elétrica em 1985 (PUC-RJ), e o título de Ph.D em Engenharia

de Computação em 1992 pela School of Engineering and Applied Sciences da Sussex University (Reino Unido). Na In-

glatterra trabalhou no Grupo de Instrumentação Espacial da Universidade de Sussex onde projetou e implementou computador de bordo em missão espacial para o planeta Marte, projeto da Agência Espacial Europeia. Foi responsável pelo projeto dos computadores de bordo dos primeiro e segundo microssatélites brasileiros. Em 2004, fundou o Laboratório de Engenharia de Sistemas de Computação ([www.lesc.ufc.br](http://www.lesc.ufc.br)), LESC, no CT/UFC. Participou e fundou programas de pós-graduação no CT/UFC e orientou diversos estudantes de pós-graduação e graduação. Coordenou vários projetos acadêmicos incluindo cooperação internacional, e P&D com a INTEL, AMD, HP, LENOVO, IBM, FLEXTRONICS, INTELBRAS, dentre outros. Atualmente realiza pós-doutorado em Filosofia da Tecnologia na Faculdade de Educação da UFC. É um grande fã dos Beatles.



**João José Hiluy Filho** - Engenheiro Químico pela UFC (1982), com especialização em Química Industrial pela UFC (1988), Diplôme d'Études Approfondis em Engenharia Química e Agroalimentícia - Ecole Centrale Paris (1992) e Doutorado em Engenharia de Processos pela Ecole Centrale Paris (1995). Docente na UFC desde 1996, foi coordenador de Graduação, Tutor de Programa PET e integrante da equipe de implantação do primeiro

programa internacional Duplo Diploma no Brasil. Atualmente é professor Titular no DIATEC/CT, com experiência em diversas áreas acadêmicas e industriais de Engenharia Química, com destaque em Projeto de Processos Industriais, Engenharia Ambiental, Energias Renováveis e Resíduos Sólidos. Trabalha com Educação Tecnológica, Ensino à Distância, Programas de Cooperação Internacionais e Educação em Engenharia. Criador de Projeto de Extensão Escola Piloto de Engenharia, é membro de diversas comissões, associações, órgãos e conselhos de classe



**José de Paula Barros Neto** - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará (1989), especialização em Engenharia de Produção pela UFC (1992), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense (1991) e doutorado em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1999). Realizou Estágio Pós-Doutoramento na University of Texas, Austin (2016). É Professor Titular da Universidade Federal do Ceará; Ex-Diretor do Centro de Tecnologia/UFC, Professor do Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria (PPAC) e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil (PEC) da UFC. Ex-Presidente da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC); Diretor-Presidente da Fundação de Apoio a Serviços Técnicos, Ensino e Fomento a Pesquisas (Fundação ASTEF); Coordenador Geral do Grupo de Pesquisa e Assessoria em Gerenciamento da Construção Civil (GERCON); Coordenador Técnico do Programa de Inovação da Construção Civil do Ceará (INOVACON); Coordenador do projeto Plataforma 2050: uma visão de longo prazo para o Ceará. Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Administração da Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: construção civil, construção enxuta, estratégia de produção, estratégia empresarial e pequenas empresas.



**Jorge Carvalho Brandão** - Doutor em Educação pela (UFC). Possui graduação em Matemática pela UFC (1996), mestrado em Engenharia Civil (Recursos Hídricos) pela UFC (2001). Atualmente é professor associado de Matemática para Engenharias do Centro de Tecnologia (CT) da UFC. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Matemática Inclusiva, atuando principalmente nos se-

guintes temas: (1) Matemática adaptada para pessoas com dificuldades de aprendizagem; (2) Geometria e Física (Ensino Médio) para pessoas com deficiência visual; (3) Análise de Erros. Coordena Grupo de estudos em métodos e técnicas de ensino de Matemática e Física para engenharias.



**Luiz Soares Junior** - Professor Associado do Departamento de Engenharia Mecânica da UFC. Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Ceará. Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2010) e Mestrado em Metrologia Científica e Industrial pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2000). Foi Coordenador do Curso de Engenharia Mecânica de 2015 a 2019.

Coordena, desde 2009, o Laboratório Metrologia Mecânica da UFC, acreditado pela Cgcre sob numero 261. Participou de diversos projetos Finep nas áreas de Tecnologia Industrial Básica em áreas da metrologia e instrumentação para petróleo de gás. Atualmente participa do grupo gestor do projeto RBIOCOMB no âmbito do Sibratec - Redes de Serviços Tecnológicos, cujo objetivo é apoiar as empresas, prestando serviços de metrologia, normalização e avaliação de conformidade visando à superação de exigências técnicas de acesso a mercados na área de biocombustíveis. Está como diretor-presidente da Astef - Associação Técnico-Científica Eng.º Paulo de Frontin. Tutor (desde setembro de 2020) do Programa de Educação Tutorial do Curso de Engenharia Mecânica – Fortaleza. Atua nas seguintes áreas: Metrologia mecânica, fabricação, educação em engenharia, gestão da qualidade laboratorial e industrial e bibliometria.



**Luís Gonzaga Rodrigues Filho** - Licenciado em Física pela Universidade Estadual do Ceará (1998), mestrado em Física pela Universidade Federal do Ceará (2003) e doutorado em Física pela Universidade Federal do Ceará (2007). Atualmente é professor associado do Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica - DIATEC do Centro de Tecnologia da UFC onde ministra as disciplinas de Física Básica para Engenharias. É integrante de um

grupo de pesquisa em Metodologias Ativas aplicadas ao Ensino Superior e coordena um projeto de incentivo à Leitura no Centro de Tecnologia denominado Literatura, Engenharia e Reflexões - LER



**Natália Maria Cordeiro Barroso** - Possui Bacharelado em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (1990), mestrado em Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1993), Master of Science pela Université Paris VII (2005) e doutorado em Engenharia de Teleinformática pela Universidade Federal do Ceará (2009). Atualmente é professora associada de Matemática do Departamento de Integração Acadêmica e

Tecnológica, DIATEC, do Centro de Tecnologia da UFC, integrante do projeto de pesquisa em Metodologias Ativas aplicadas ao Ensino Superior na UFC e colaboradora de um projeto de incentivo à leitura no Centro de Tecnologia, Literatura, Engenharia e Reflexões - LER.



**Mariana Campos Castro e Silva** -

Estudante de Engenharia Civil na Universidade Federal do Ceará, foi bolsista do Projeto LER (2017-2018) através do Programa de Iniciação Acadêmica. Participou dos programas de Iniciação à Docência (2019) do Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil - DEECC e Iniciação Científica (2019) do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental - DEHA. Atualmente é pesquisadora no Grupo de

Gerenciamento do Risco Climático para a Segurança Hídrica (GRC) no DEHA.



**Rayssa de Sousa Carneiro** -

Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará. Atuou como bolsista e colaboradora em projeto de incentivo à leitura e cultura no Centro de Tecnologia "Literatura, Engenharia e Reflexões - LER", auxiliando na implementação de algumas das atividades. Foi monitora das disciplinas de Projeto e Construção da Infraestrutura Viária e de Gerenciamento da Construção Civil I pelo Programa de

Iniciação à Docência PID. Atualmente é bolsista de Iniciação Científica (PIBIC) em projeto com ênfase na Segurança Operacional de Pavimentos Aeroportuários e trabalha em Projeto de Graduação na mesma área.



**DIATEC**

Departamento de  
Integração Acadêmica e  
Tecnológica do CT/UFC



## ORGANIZADORES

### CURRÍCULOS

#### **Cely Martins dos Santos de Alencar**

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Ceará (1997). Mestre em Engenharia pela EESC/USP e Doutora pela UNESP. Docente da Universidade Federal do Ceará. Atua nas áreas de BIM (Building Information Construction), Geoprocessamento e Modelagem da Informação Espacial, com aplicações de Sensoriamento Remoto. É coordenadora do Curso de Engenharia Civil da UFC.

#### **João José Hiluy Filho**

Engenheiro Químico pela UFC (1982). Especialização em Química Industrial pela UFC (1988), Diplôme d'Études Approfondis em Engenharia Química e Agroalimentícia - Ecole Centrale Paris (1992) e Doutorado em Engenharia de Processos pela Ecole Centrale Paris (1995). Professor Titular no DIATEC/CT da UFC, com experiência em diversas áreas acadêmicas e industriais da Engenharia Química, com destaque em Projeto de Processos Industriais, Resíduos Sólidos, Energias Renováveis e Engenharia Ambiental. Trabalha com Educação Tecnológica, Ensino à Distância, e Programas de Cooperação Internacionais de ensino de engenharia. É membro de diversas comissões, associações e órgãos de classe.



## **Assembleia Legislativa do Estado do Ceará**

### **Mesa Diretora**

Biênio 2021-2022

Deputado Evandro Leitão  
Presidente

Deputado Fernando Santana  
1º Vice-Presidente

Deputado Danniel Oliveira  
2º Vice-Presidente

Deputado Antônio Granja  
1º Secretário

Deputada Audic Mota  
2º Secretário

Deputada Érika Amorim  
3ª Secretária

Deputado Apóstolo Luiz Henrique  
4º Secretário

**João Milton Cunha de Miranda**  
Diretor Executivo

**EDIÇÕES INESP**

**Ernandes do Carmo**

Orientador da Célula de Edição e Produção Gráfica

**Cleomarcio Alves (Márcio), Francisco de Moura,  
Hadson França, Edson Frota e João Alfredo**  
Equipe de Acabamento e Montagem

**Aurenir Lopes e Tiago Casal**

Equipe de Produção em Braile

**Mário Giffoni**

Diagramação

**José Gotardo Filho e Valdemice Costa (Valdo)**

Equipe de Design Gráfico

**Rachel Garcia Bastos de Araújo**

Redação

**Valquiria Moreira**

Secretaria Executiva / Assistente Editorial

**Manuela Cavalcante**

Secretaria Executiva

**Luzia Lêda Batista Rolim**

Assessoria de Imprensa

**Lúcia Maria Jacó Rocha e Vânia Monteiro Soares Rios**

Equipe de Revisão

**Marta Lêda Miranda Bezerra e Maria Marluce Studart Vieira**

Equipe Auxiliar de Revisão

Site: [http://al.ce.gov.br/index.php/institucional/  
instituto-de-estudos-e-pesquisas-sobre-o-desenvolvimento-do-ceara](http://al.ce.gov.br/index.php/institucional/instituto-de-estudos-e-pesquisas-sobre-o-desenvolvimento-do-ceara)

E-mail: [presidenciainesp@al.ce.gov.br](mailto:presidenciainesp@al.ce.gov.br)

Fone: (85) 3277-3701



**Assembleia Legislativa  
do Estado do Ceará**

Assembleia Legislativa do Estado do Ceará  
Av. Desembargador Moreira 2807,  
Dionísio Torres, Fortaleza, Ceará, CEP 60.170-900  
Site: [www.al.ce.gov.br](http://www.al.ce.gov.br)  
Fone: (85) 3277-2500



## **Assembleia Legislativa do Estado do Ceará**

### **Mesa Diretora**

Biênio 2021-2022

Deputado Evandro Leitão  
Presidente

Deputado Fernando Santana  
1º Vice-Presidente

Deputado Danniel Oliveira  
2º Vice-Presidente

Deputado Antônio Granja  
1º Secretário

Deputada Audic Mota  
2º Secretário

Deputada Érika Amorim  
3ª Secretária

Deputado Apóstolo Luiz Henrique  
4º Secretário



Escaneie o QR CODE  
e acesse nossas  
publicações.

**Apoio institucional:**



**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ**