



PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA ELÉTRICA DO UNISAL (CAMPINAS) SOBRE A NANOTECNOLOGIA

Bianca D. G. Marion – biancamarion@hotmail.com

Nasser M. Hasan – nasser.hasan@sj.unisal.br
Centro Universitário Salesiano do Estado de São Paulo
Av. Almeida Garret, 267, Jd. Nossa Senhora Auxiliadora
13087-290 – Campinas – São Paulo

Resumo: *A cada dia a nanotecnologia, que pode ser definida como um campo multidisciplinar e interdisciplinar da ciência e da tecnologia e trabalha com estruturas de dimensões nanométricas (< 100nm), está mais presente no desenvolvimento de novos produtos e processos industriais. A manipulação de partículas nanométricas tem aberto inúmeras oportunidades de desenvolvimento de novos produtos e materiais. Desta forma, poderá levar a criação de novos medicamentos, de materiais, de sistemas de energia, de novas soluções para a agricultura e de soluções baseadas na apropriação dos conhecimentos nanotecnológicos que irão, substancialmente, melhorar a saúde, a riqueza e a segurança dos seres humanos.*

Devido à importância da nanociência e da nanotecnologia, aplicou-se um questionário para analisar o grau de conhecimento e interesse dos alunos de engenharia elétrica do Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL), Campus São José, Campinas. Neste artigo analisou-se o questionário e foi constatado o quão amplas são as possibilidades de se desenvolver o aprendizado baseado em projetos. Os estudantes consideram que a nanotecnologia representa uma revolução tecnológica que engloba diversas as áreas do conhecimento, com isso, se interessam pela leitura do assunto, mostrando que a nanotecnologia pode contribuir no ensino da engenharia elétrica e conseqüentemente na formação de profissionais mais capacitados para desenvolver competências na área de engenharia elétrica.

Palavras-chave: *Nanotecnologia, Engenharia, Elétrica, Nanoengenharia, Nanoeducação*

1. INTRODUÇÃO

Um dos assuntos que vem despertando muito interesse no meio científico atualmente é a nanotecnologia. A nanotecnologia é a tecnologia desenvolvida na escala do nanômetro; um nanômetro (1nm) equivale à bilionésima parte do metro (0,000000001m). Para melhor compreensão do que é 1nm, basta dividir o diâmetro de um fio de cabelo em 100.000 partes, uma fração do fio de cabelo será aproximadamente 1nm.



As nanotecnologias estão revolucionando o mundo com muitos processos, produtos, conhecimentos e geração de recursos humanos, podendo ser consideradas do ponto de vista de inovação como uma “plataforma tecnológica” (ALVES, 2013). Segundo alguns analistas financeiros, o mercado mundial de nanotecnologias em 2015 será de US\$ 2,84 trilhões de dólares (SEEAR; PETERSEN; BOWMAN, 2009), trazendo grandes expectativas para o desenvolvimento de países e indústrias nos mais variados setores produtivos.

Com esse mercado promissor, muitas empresas, universidades e a sociedade de todo o mundo estão se esforçando para o desenvolvimento das nanociências e nanotecnologias. Em países como, Estados Unidos da América, Reino Unido e Japão, o conceito das nanotecnologias vem sendo implementado no currículo dos cursos de engenharia para despertar um maior interesse dos alunos, assim como proporcionar o desenvolvimento de mão de obra qualificada para a manipulação da tecnologia do futuro. No Brasil somente três universidades - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Pontifícia Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - incorporaram os conceitos nanotecnológicos, mostrando que são necessárias mais pesquisas e ações para tornarem mais próximas essas mudanças. Como é o caso da pesquisa realizada no Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL), Campus São José, Campinas, onde os alunos do curso de Engenharia Elétrica foram questionados sobre seu grau de conhecimento, interesse, aplicações, entre outros pontos importantes das nanotecnologias.

Devido a estes fatores, é de suma importância observar que o resultado da pesquisa mostra o real interesse dos estudantes de engenharia elétrica pela nanotecnologia que será cada vez mais incorporada em nossas vidas e que necessita de profissionais capacitados para o desenvolvimento de novos produtos e melhorias nos já existentes.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi feita em Abril de 2014, com os alunos do primeiro semestre do curso de engenharia elétrica do Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL), Campus São José. O público foi escolhido para que fosse possível observar a percepção dos mesmos a respeito das nanotecnologias que, independente da área de atuação que escolherem, serão inseridas no decorrer do tempo dentro da grade curricular, devido ao rápido desenvolvimento das tecnologias.

O questionário foi aplicado durante as aulas, para atingir um maior número de alunos. No total foram respondidos 47 questionários e os alunos foram questionados sobre seu grau de conhecimento a respeito da nanotecnologia, seu interesse/desinteresse pela área e outras questões relevantes aos pesquisadores.

3. ANÁLISE

A primeira parte do questionário é destinada a formação do perfil do público ao qual a pesquisa foi aplicada para a realização de algumas estatísticas. Dos 47 alunos, 63,8% residem na própria cidade da universidade (Campinas) e os outros 36,2% se distribuem entre as cidades da RMC (Região Metropolitana de Campinas), com uma concentração maior nas cidades de Sumaré, Hortolândia e Paulínia. A idade dos entrevistados se enquadra nas faixas entre 17 e 20 anos (42,6%), 21 e 25 anos (34%), 26 e 30 anos (10,6%) e 30 e 35 anos (6,4%), sendo que 6,4% não responderam a este questionamento.



A segunda parte tem o propósito de fornecer dados para a análise da percepção dos estudantes a cerca da nanotecnologia, tanto mostrando os motivos do interesse ou desinteresse dos mesmos, como também como veem a nanotecnologia.

Quando questionados sobre o grau de conhecimento sobre a nanotecnologia, 57,4% disseram ter nenhum ou pouco conhecimento, 38,3% tem um conhecimento razoável do assunto, 2,1% tem um bom entendimento e 2,1% tem uma excelente noção sobre o tema. Entretanto, apesar ao alto índice de pessoas que tem um baixo domínio sobre o assunto, houve uma resposta positiva quando questionados sobre seu interesse no tema, onde 46,8% têm interesse e 38,3% tem muito interesse, seguidos por 14,9% com pouco interesse.

Os participantes foram indagados sobre a razão de seu interesse ou desinteresse no tema nanotecnologias. Foram apresentadas cinco alternativas para que escolhessem qual melhor se enquadrava. O objetivo era verificar qual a principal razão que levava os estudantes a buscar sobre o assunto ou porque eram afastados dele. O resultado está apresentado nas Tabelas 1 e 2. Além disso, foram apresentadas seis alternativas para que identificassem, de acordo com suas opiniões, a quais áreas as nanotecnologias se encaixavam. Nesta questão, era permitido que escolhessem mais de uma alternativa. Os resultados se encontram na Tabela 3.

Tabela 1 - Principal Razão do Interesse

Opção de Resposta	Nº de Estudantes	Percentual
A nanotecnologia representa uma revolução tecnológica	23	57,5%
A nanotecnologia me desperta curiosidade	12	30,0%
A nanotecnologia resulta em produtos para o mercado	3	7,5%
A nanotecnologia é uma área de atuação rentável	1	2,5%
A nanotecnologia tem um caráter de novidade	1	2,5%
Total	40	100%

Fonte: Adaptado de Fernandes (2007)

Conforme apresentado na Tabela 1, é possível verificar que os estudantes conseguem observar o futuro contido nas nanotecnologias (57,5%), além das mesmas despertarem curiosidade (26,2%) e resultarem produtos para o mercado (7,5%), formando um ambiente propício para a inserção destes conceitos nos cursos de graduação. Currículos de engenharia com matérias nanotecnológicas não são novidade em países desenvolvidos, preocupados com o progresso e formação estudantil, como é o caso da *Jacobs School of Engineering* (San Diego, Califórnia) - UCSD - onde tal programa entrou em vigor no outono de 2010, visando proporcionar uma formação multidisciplinar em nanotecnologias e nanociências, mas fazendo uma conexão com o conhecimento de engenharia. A motivação dos estudantes é feita através de exemplos de sucesso, como é o caso do professor Joseph Wang que foi nomeado um dos 100 cientistas analíticos mais influentes do mundo, segundo a revista *The Analytical Scientist*. Ele é professor da USDC e chefe do laboratório de nanobioeletrônica, que tem atualmente 30 pesquisas nas áreas de nanomáquinas, nanosensores, eletroquímica e química analítica. O ex-aluno da UCSD (Bacharel em Ciências, Mestre em Ciências, PhD.), Dr. Joshua Windmiller, e um graduado do laboratório de Wang, desenvolveram e agora estão comercializando tatuagens imprimíveis que medem os biomarcadores presentes no suor humano. A empresa startup, *Electrozyme*, foi cofundada com mais dois membros e um conselho consultivo, que



consiste em sete profissionais, divididos entre engenharia, negócios e áreas científicas e médicas, com o objetivo de orientá-los na tomada de decisões (UCSD, 2013).

Tabela 2 - Principal Razão do Desinteresse

Opção de Resposta	Nº de Estudantes	Percentual
A nanotecnologia é mais ficção científica do que realidade	1	14,3%
A nanotecnologia está distante do dia-a-dia das pessoas	1	14,3%
Há poucas fontes disponíveis em nanotecnologia	0	0,0%
A nanotecnologia só interessa a um grupo restrito de pessoas	0	0,0%
A nanotecnologia é um tema de difícil compreensão	0	0,0%
Não responderam	5	71,4%
Total	7	100%

Fonte: Adaptado de Fernandes (2007)

Apesar do índice de estudantes que não responderam (71,4%), mostrado da Tabela 2, verifica-se que consideram que a nanotecnologia é mais ficção científica do que realidade (14,3%) e que esta ciência está distante do dia-a-dia das pessoas (22,2%). Essas respostas podem ser causadas pelo alto número de alunos com baixo ou nenhum conhecimento no tema (57,4%), pois, apesar de serem complexos os conceitos nanotecnológicos, estão disponíveis livremente na Internet diversas fontes de pesquisa do assunto. Além disso, de acordo com entrevista de Jefferson Bettini (2010), do LNLS (Laboratório Nacional de Luz Síncrotron) à Folha de São Paulo, para ser um estudante de nanotecnologia é preciso ter afinidade com a área de exatas e ser uma pessoa que tenha paixão em solucionar problemas, devido ao tempo gasto para encontrar solução para os dilemas dessa tecnologia, o que pode levar a frustração.

Tabela 3 - Áreas nas Quais a Nanotecnologia se Encaixa

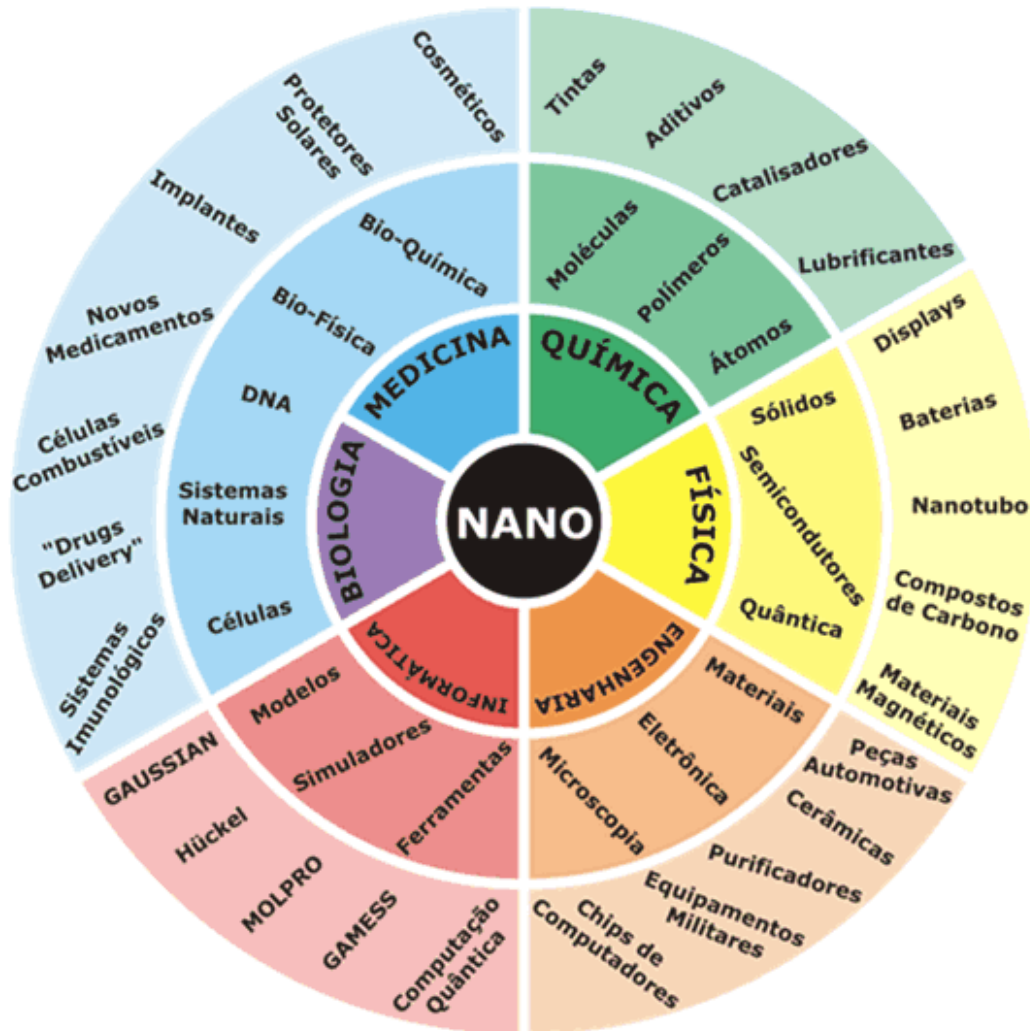
Opção de Resposta	Nº de Estudantes	Percentual
Engloba todas as áreas do conhecimento	34	72,3%
Informática	17	36,2%
Química, física e engenharia	16	34,0%
Biologia, medicina e saúde	16	34,0%
Economia e negócios	7	14,9%
Não respondeu	1	2,1%

Fonte: Adaptado de Fernandes (2007)

Conforme verificado na Tabela 3, grande parte dos estudantes concorda que a nanotecnologia abrange todas as áreas do conhecimento (72,3%), sendo uma tecnologia de base interdisciplinar, que necessita de uma formação que atenda a estes requisitos (LAURETH; INVERNIZZI, 2012).

A mandala da nanotecnologia (Figura 1), apresentada pela PUC-RJ (2011), mostra de maneira clara como as nanotecnologias interferem nas diversas áreas do conhecimento e as possíveis aplicações dessa interação.

Figura 1 – Mandala da Nanotecnologia



Fonte: PUC-RJ, Engenharia em Nanotecnologia (2011)

Entre os 47 estudantes, 24 (51,1%) leram pelo menos uma matéria sobre nanotecnologia durante o curso de graduação ou algum professor introduziu o assunto em sala, 13 (27,7%) não leram e nem ouviram sobre o tema e 9 (19,1%) não se lembravam. Um estudante (2,1%) não respondeu a este questionamento.

O terceiro bloco foi respondido somente pelos 24 alunos que já haviam lido sobre o assunto, mostrando que 16 deles (64,0%) se interessaram pela leitura dos avanços trazidos pela nanotecnologia, 6 (24,0%) pelos nanomateriais, 5 (20,0%) pelos nanoprodutos e 1 (4,0%) pelos riscos da nanotecnologia. Nenhum dos alunos leu ou ouviu falar sobre nanoeducação, o que torna ainda mais evidente que no Brasil os esforços para que o ensino da nanotecnologia seja introduzido nos cursos de graduação ainda estão consideravelmente atrasados em relação a outros países do mundo.

Foram questionados também a respeito do tipo de abordagem da nanotecnologia empregada no texto, que mostrou que 14 dos textos (56,0%) só mostravam os benefícios da nanotecnologia, 5 (20,0%) expunham os riscos e benefícios em igual medida, 3 (12,0%) nem os riscos nem os benefícios e 2 (8,0%) mais os benefícios do que os riscos. No quarto conjunto de questões é possível verificar como são divulgadas e o grau de aceitação dos produtos nanotecnológicos. No Gráfico 1, será mostrado o grau de conhecimento dos estudantes a respeito dos nanoprodutos. Já no Gráfico 2, a quantidade dos mesmos que já utilizou algum desses nanoprodutos.

Gráfico 1 - Grau de Conhecimento dos Nanoprodutos

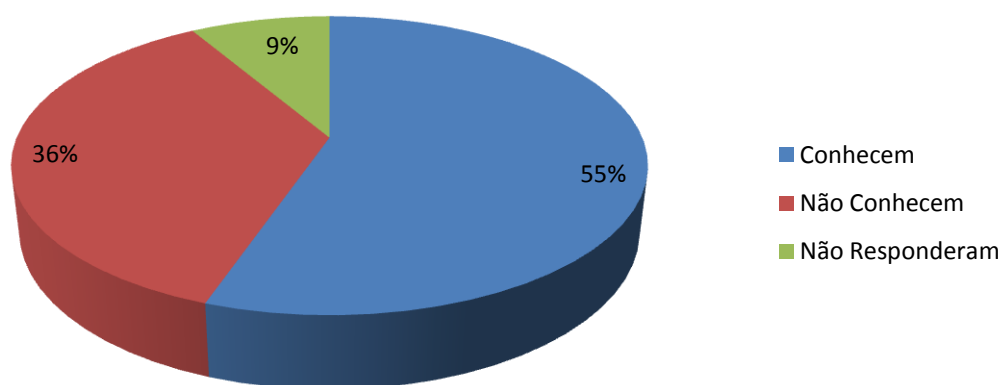
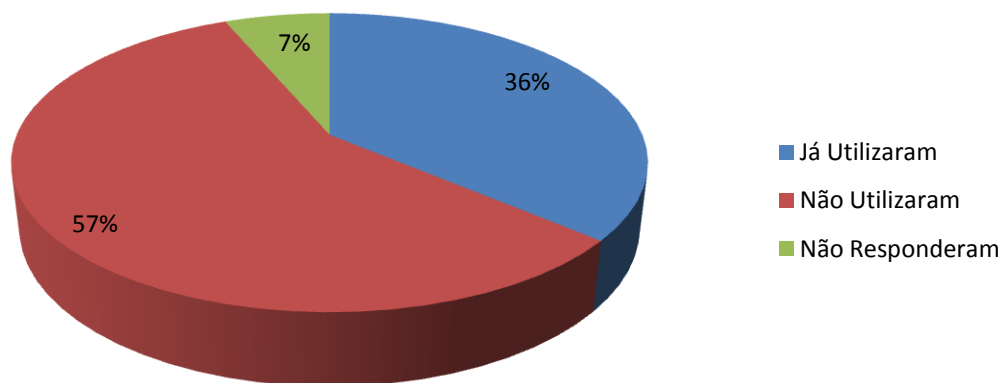


Gráfico 2 - Quantidade de Alunos que Já Utilizaram um Nanoproduto



Os alunos que já utilizaram esses produtos foram questionados se recomendariam a utilização dos mesmos e apesar da quantidade de alunos que já utilizaram ter sido pequena (36,0%), 94,1% recomendariam seu uso e apenas 5,9% não o fariam. Após está pergunta, foram questionados sobre o conhecimento de algum produto nanotecnológico que pudesse ajudar na saúde das pessoas e no meio ambiente. Os dados encontrados serão apresentados nas Tabelas 4 e 5.



Tabela 4 - Conhecimento de Algum Nanoproduto que Ajudaria na Saúde

Opção de Resposta	Nº de Estudantes	Percentual
Sim	16	34,0%
Não	28	59,6%
Não responderam	3	6,4%
Total	47	100%

Tabela 5 - Conhecimento de Algum Nanoproduto que Ajudaria o Meio Ambiente

Opção de Resposta	Nº de Estudantes	Percentual
Sim	7	14,9%
Não	37	78,7%
Não responderam	3	6,4%
Total	47	100%

Caso a resposta de alguma das perguntas apresentadas na Tabela 4 e 5 fossem sim, foi solicitado que respondessem qual seria a aplicação deste nanoproduto. O resultado é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Aplicação dos Nanoprodutos

Opção de Resposta	Nº de Estudantes	Percentual
Equipamentos para facilitar o diagnóstico de doenças	9	45,0%
A cura de doenças que até então são consideradas incuráveis	9	45,0%
Medicamentos que diminuem os efeitos colaterais	4	20,0%
Um método mais eficiente e menos custoso para a dessalinização da água do mar restrito de pessoas	4	20,0%
Uma maneira para despoluir os rios e o ar	2	10,0%
Não responderam	4	20,0%
Total	32	100%

Algumas questões podem deixar em dúvida quanto ao futuro da nanotecnologia, mas o último questionamento feito aos estudantes revela que, mesmo que o nível de conhecimento adquirido seja fraco, todos que responderam a este questionamento (89,4%) reconhecem que a nanotecnologia têm meios para tornar reais as melhorias expostas, favorecendo os interesses e necessidades da sociedade.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O baixo grau de conhecimento dos alunos sobre a nanotecnologia e o alto grau de interesse dos mesmos, mostra que são necessários esforços para que seja cada vez mais rápida a inserção de conceitos nanotecnológicos nos cursos de engenharia no Brasil, assim como tem sido feito em outros países do mundo como Estados Unidos, onde, dada a importância da



nanotecnologia para o desenvolvimento tecnológico, são feitos investimentos para a formação de mão de obra qualificada e disposta a trabalhar com a tecnologia do futuro (nanotecnologia).

Para que o ensino da nanotecnologia nas graduações em engenharia se torne mais efetivo e assertivo, são necessários investimentos em equipamentos e recursos humanos para que os conceitos aprendidos em sala de aula sejam aplicados e possam resultar em projetos, ou seja, para desenvolver o aprendizado baseado em projetos.

Agradecimentos

Os autores são gratos ao Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL) Campus São José, Campinas e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por seu Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC).

5. REFERÊNCIAS

ALVES, Oswaldo Luiz. **Nanotecnologias**: Elas Já Estão Entre Nós. Revista Ciência e Cultura, São Paulo, v. 65, n. 3, p. 22-23, julho 2013.

SEEAR, Kate; PETERSEN, Alan; BOWMAN, Diana. **The Social and Economic Impacts of Nanotechnologies**: A Literature Review. Austrália: Universidade de Monash, 2009. Disponível em: <http://www.innovation.gov.au/Industry/Nanotechnology/NationalEnablingTechnologiesStrategy/Documents/SocialandEconomicImpacts_LiteratureReview.pdf> Acesso em: 19 fev. 2012.

BETTINI, Jefferson. **Graduação em nanotecnologia prepara estudantes para diversas áreas**. Folha de São Paulo, São Paulo, 19 set. 2010. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/multimedia/podcasts/797973-graduacao-em-nanotecnologia-prepara-estudantes-para-diversas-areas-ouca.shtml>> Acesso em: 02 mai. 2014.

FERNANDES, Maria Fernanda Marques. **Percepção dos jornalistas brasileiros sobre a nanotecnologia**. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://latu21.latu.org.uy/espacio_ciencia/es/images/RedPop/Periodismo/P10.pdf> Acesso em: 13 fev. 2014.

PUC-RJ - Engenharia em Nanotecnologia. **Mandala da Nanotecnologia**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://nanotech.ica.ele.puc-rio.br/nano_introducao.asp> Acesso em: 03 mai. 2014.

LAURETH, Waleska Camargo; INVERNIZZI, Noela. **Perfil profissional na área de Nanotecnologia**: perspectiva de empresas e instituições de ensino do Brasil. IX Jornada Latino-americana de Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia. Cidade do México, 5-8 jun. 2012. Disponível em: <<http://nanotecnologiasociedade.weebly.com/uploads/1/2/6/1/12615146/eje5mesa14perfilprofesional.pdf>> Acesso em: 12 jan. 2014.



UCSD, Jacobs School of Engineering. **Nanoengineer Joseph Wang Named one of 100 Most Influential Analytical Scientists.** San Diego, 01 nov. 2013. Disponível em: <http://www.jacobsschool.ucsd.edu/news/news_releases/release.sfe?id=1435> Acesso em: 19 fev. 2014.

PERCEPTION OF ELECTRICAL ENGINEERING STUDENTS OF UNISAL (CAMPINAS) ABOUT NANOTECHNOLOGY

Abstract: *Nowadays nanotechnology, which can be defined as a multidisciplinary and interdisciplinary field of science and technology and works with structures of nanometer dimensions ($< 100\text{nm}$), is more present in the development of new products and industrial processes. The manipulation of nanoparticles has opened numerous opportunities to develop new products and materials. Therefore, could lead to the creation of new medicines, materials, energy systems, new solutions for agriculture and solutions based in the appropriation of nanotechnology knowledge that will substantially improve the health, wealth and safety of human being.*

Given the importance of nanoscience and nanotechnology, a questionnaire was applied to analyze what is the degree of knowledge and interest of electrical engineering students at Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL), Campus São José, Campinas. In this paper we evaluate the questionnaire applied to the students and analyze the possibilities to develop project-based learning in nanotechnology. Students believe that nanotechnology is a technological revolution that encompasses several areas of knowledge, therefore, are interested in reading the subject, showing that nanotechnology can help in the teaching of electrical engineering and consequently in the formation of more trained professionals to develop skills in field of electrical engineering.

Key-words: *nanotechnology, engineering, electrical, nanoengineering, nanoeducation*