



O CURRÍCULO E A EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ENGENHARIA

Tairine Cristine Bertola Cruz – tbertolacruz@hotmail.com

Universidade Federal de Juiz de Fora
Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Martelos
36036-330 – Juiz de Fora – Minas Gerais

Marcos Martins Borges – marcos.borges@ufjf.edu.br

Resumo: A educação tem sido cada vez mais considerada fundamental para nutrir sentimentos de respeito e trabalho colaborativo, necessários para a garantia de um mundo mais justo e sustentável. Desta forma, a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) deve estar presente em todo o percurso educacional, sendo que as universidades desempenham um papel específico em funcionar como pólos de pesquisa e aprendizagem e como precursores de iniciativas que propiciem mudanças de atitudes positivas. Neste artigo, considerando a matriz curricular como peça fundamental para a EDS, buscou-se compreender o lugar da interface sustentável nos currículos da educação em engenharia. O objetivo central do estudo foi elucidar ações em benefício da EDS no contexto da matriz curricular. Constatou-se que, de fato existe uma crescente conscientização entre a comunidade mundial de educação em engenharia, destacando-se exemplos como a Universidade de Nottingham na Inglaterra e a Universidade Federal de Viçosa no Brasil. No entanto, a integração de conhecimentos, habilidades e práticas sustentáveis ainda encontra-se de certa forma precária.

Palavras-chave: Currículo, Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS), Ensino em Engenharia.

1 INTRODUÇÃO

A sociedade pós-moderna tem enfrentado inúmeros desafios devido às rápidas transformações tecnológicas que tornaram o mundo mais conectado e multicultural. A educação, assim como valores éticos e morais, têm sido cada vez mais considerados fundamentais para nutrir o sentimento de respeito e trabalho colaborativo, necessários para a garantia de um mundo mais justo e sustentável (CORTELAZZO, 2015).

Com o objetivo de acentuar a importância da educação no estímulo de mudanças de atitudes e comportamento na sociedade em benefício do desenvolvimento sustentável, em 2002, a Assembléia Geral das Nações Unidas estabeleceu para o decênio 2005-2014 o título de Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (DEDS).

Segundo Jorge Werthein, representante da UNESCO no Brasil no período de 1997 a 2005, a educação tem como função promover valores, atitudes, capacidades e comportamentos essenciais para que a humanidade possa confrontar os desafios ambientais e socioeconômicos contemporâneos.



Desta forma, a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) deve estar presente em todo o percurso educacional do aluno, da pré-escola até a educação superior. Além disso, as escolas e universidades também devem incorporar práticas sustentáveis em suas funções administrativas, tais como a economia de água, energia, coleta seletiva e reciclagem (UNESCO, 2005).

Vargas & Lean (2015) destacam que a educação superior desempenha um papel específico na promoção do conceito de sustentabilidade. As universidades devem funcionar como pólos de pesquisa e aprendizagem para a EDS e como precursores de iniciativas que enriqueçam a comunidade local.

De fato, segundo Segalàs *et al.* (2010), desde 1990, a EDS tem estado na agenda de muitas faculdades de engenharia. No entanto, Byrne *et al.* (2013) apontam que, apesar dos muitos avanços obtidos no desenvolvimento de metodologias para introduzir conceitos sustentáveis e uma aprendizagem mais ativa para os estudantes de engenharia, no que diz respeito à reforma curricular, houve pouca integração estratégica e sistêmica.

Neste artigo, considerando a matriz curricular como peça fundamental para a EDS, buscou-se compreender o lugar da interface sustentável nos currículos da educação em engenharia. O objetivo central do estudo foi exemplificar ações em benefício da EDS no contexto da matriz curricular. Previamente a esta análise, apresenta-se uma breve revisão sobre a EDS.

2 A EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

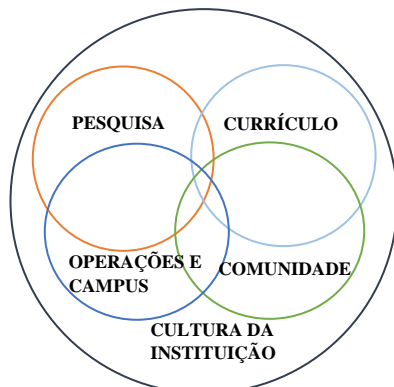
Com o objetivo de empoderar cidadãos para mudanças sociais e ambientais positivas, a Organização das Nações Unidas - ONU define a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) como a educação que:

[...] utiliza métodos transdisciplinares para desenvolver uma ética para a educação permanente; promove o respeito às necessidades humanas compatíveis com o uso sustentável dos recursos naturais e com as necessidades do planeta; e nutre o senso de solidariedade global (UNESCO, 2002).

Desta forma, a EDS pode ser considerada como um termo abrangente que inclui o ensino de aspectos técnicos, sociais e econômicos em benefício do desenvolvimento sustentável. Para o ensino superior, além da abordagem nas políticas educacionais e na estrutura pedagógica dos cursos (incluindo o currículo, as atividades de pesquisa e os projetos de extensão), a EDS também deve ser percebida pela adoção de práticas sustentáveis na própria infra-estrutura da instituição, de modo que toda a comunidade acadêmica seja envolvida (VARGAS & LEAN, 2015). Bisailon *et al.* (2015) resumem este processo de integração da EDS na educação superior por meio da Figura 1.

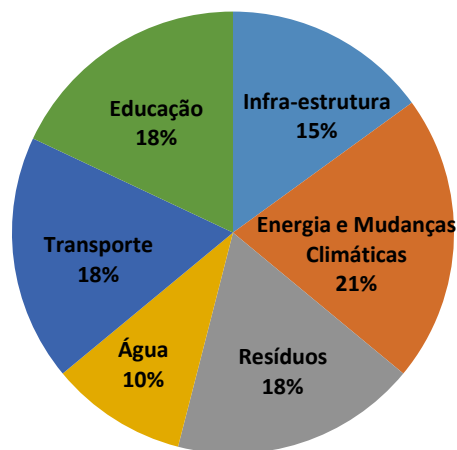


Figura 1 - Integração da EDS no Ensino Superior.



Para incentivar essas boas práticas, em 2010, a Universidade da Indonésia lançou uma importante iniciativa como parte da estratégia mundial para a redução da pegada de carbono nas instituições de ensino superior: o ranking global de sustentabilidade das universidades GreenMetric World University Ranking. Anualmente, este ranking analisa as universidades inscritas conforme os critérios e indicadores distribuídos na Figura 2, sendo a Educação responsável por 18% da pontuação total (UI GREENMETRIC, 2017).

Figura 2 - Critérios do GreenMetric World University Ranking.



De acordo com a Federação Mundial de Organizações de Engenharia (World Federation of Engineering Organization - WFEO, 2002), a EDS representa o esforço que encoraja os engenheiros a desempenhar "um importante papel no planejamento e na construção de projetos que preservem os recursos naturais, que são econômicos e apoiam os ambientes humanos e naturais".

De fato, para Byrne (2013), existe uma crescente conscientização entre a comunidade mundial de educação em engenharia, particularmente a partir da última década. No entanto, quando se analisam os resultados, a integração de conhecimentos, habilidades e práticas sustentáveis ainda encontra-se de certa forma precária.



Segundo Cortelazzo (2015), embora seja percebida uma expansão quantitativa na educação, em muitas partes do mundo, ainda são insuficientes as melhorias nas condições de vida em termos de saúde, direitos sociais, empregos e igualdade. Isto porquê, ao invés de priorizarem uma formação contínua, o ensino tem como foco principal apenas o desenvolvimento profissional. Este aprendizado anacrônico, sem conexão com o mundo real, onde os alunos apenas repetem o que aprenderam, é contrário aos princípios da EDS.

Para Vargas & Lean (2015), existe uma grande variedade de novas formas de aprendizagem que incluem as abordagens supradisciplinares, a utilização de estudos de casos, o ensino à distância, a metodologia Aprendizagem Baseada em Projetos (Project Based Learning - PBL), simulações computacionais, entre outras.

Ainda, os autores supracitados consideram que os conceitos de sustentabilidade podem ser introduzidos na educação em engenharia sob três abordagens distintas: através da incorporação de temas relacionados à sustentabilidade diretamente nos currículos; a graduação em engenharia pode incorporar uma especialização profissional, como por exemplo, a especialização em Energia, Sustentabilidade e Meio Ambiente da Universidade de Cambridge; a universidade pode estabelecer a criação de novas unidades acadêmicas dedicadas exclusivamente ao tema da sustentabilidade, como por exemplo, o Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do Instituto de Tecnologia de Massachusetts.

Em Cortelazzo (2015), o currículo tradicional, com disciplinas engessadas e abordagem reducionista, concentra-se apenas no conhecimento e na reprodução das habilidades profissionais. Por isso, as novas abordagens devem criar oportunidades para que os alunos desenvolvam autonomia, objetividade e proatividade.

Desta forma, a EDS não deve ser entendida apenas como uma ou mais disciplinas a serem adicionadas a um currículo sobrecarregado. É necessário um planejamento global, a partir de uma abordagem holística que considere o desenvolvimento sustentável como um tema transversal e necessário para alcançar-se os objetivos da educação pós-moderna. A educação superior deve enfatizar experiências fundamentadas em pesquisas, coletas de dados, soluções de problemas, na abordagem interdisciplinar, bem como no pensamento crítico. Os currículos precisam ser desenvolvidos incluindo, além das habilidades técnicas, conteúdos reais e práticos (UNESCO, 2005).

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A fim de compreender o desempenho atribuído à matriz curricular na EDS, realizou-se uma pesquisa descritiva por meio de revisão bibliográfica e análise documental, tendo como foco o ensino da engenharia. Para a compreensão do tema, foram escolhidos dois estudos de caso considerados pertinentes. Como critério para esta escolha, considerou-se o GreenMetric World University Ranking de 2016. Em função da quantidade de informações disponibilizadas em sua página institucional na internet, escolheu-se como primeiro estudo de caso a Universidade de Nottingham, que ocupa a 2ª posição no ranking. Com um recorte em âmbito nacional, considerou-se além do ranking global, a avaliação realizada pelo MEC através do Conceito Preliminar de Curso (CPC). Desta forma, escolheu-se como segundo estudo de caso a Universidade de Viçosa que classifica-se como a 4ª universidade com maior pontuação de acordo com o último CPC, realizado em 2014, e como a 2ª universidade brasileira no ranking mundial. A Figura 3 ilustra o processo metodológico.

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA

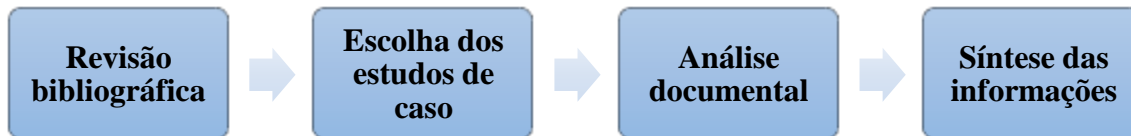


Promoção





Figura 3 - Processo metodológico da pesquisa.



4 RESULTADOS

4.1 Universidade de Nottingham

Fundada em 1881, a Universidade de Nottingham é uma instituição pública de pesquisas localizada na cidade de Nottingham na Inglaterra. Possui campus também em Ningbo na China e em Kuala Lumpur na Malásia. A universidade oferece mais de 600 programas de graduação e pós-graduação, subdivididos em cinco áreas: Artes & Humanidades, Educação, Engenharia, Direito & Ciências Sociais e Medicina & Ciências de Saúde.

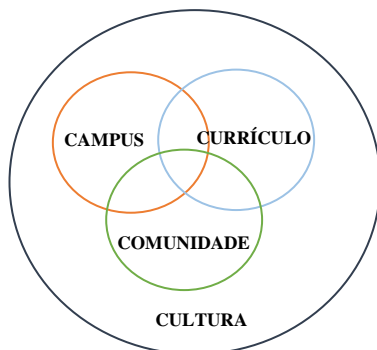
Para que todos os alunos tenham acesso à EDS, os cursos oferecidos pela Universidade de Nottingham incorporam em seu currículo princípios de sustentabilidade e responsabilidade ambiental, além de atividades extracurriculares e pesquisas relacionadas ao tema. São oferecidos também módulos opcionais complementares tais como: Globalização, Cidadania e Identidade; Estratégias de Responsabilidade Social Corporativa; Eficiência Energética para a Sustentabilidade; Geração de Energia e Captura de Carbono; Construção Sustentável; Introdução à Química Verde e ao Processamento; Toxicologia - Aspectos Clínicos, Ambientais e Experimentais; Economia ambiental e de Recursos; Psicologia Ambiental e Design (UNIVERSIDADE DE NOTTINGHAM, 2017).

Em 2010, a Universidade de Nottingham foi uma dentre a oito universidades participantes do projeto Academia Verde: Currículo para o amanhã (Green Academy: Curriculum for Tomorrow) lançado pela União Nacional dos Estudantes (National Union of Students - NUS) em parceria com a Associação Ambiental para Universidades e Faculdades (Environmental Association for Universities and Colleges - EAUC). O projeto teve como objetivo principal auxiliar as universidades a incorporar estrategicamente a EDS tendo como foco o currículo acadêmico. A partir deste evento, uma série de iniciativas em benefício de uma reforma curricular foram estabelecidas pelo Conselho de Ensino da Aprendizagem (Grand Challenge), incluindo a participação também de funcionários e representantes de estudantes.

Atualmente, a Universidade de Nottingham utiliza um modelo de currículo desenvolvido pela Universidade de Plymouth, o Modelo 4C, cuja abordagem holística envolve a interação entre Currículo, Campos e a Comunidade circundados pela Cultura da instituição (Figura 4). Este currículo é flexível o suficiente para incorporar os valores éticos e culturais e para o desenvolvimento de questões-chave para a EDS (HIGHER EDUCATION ACADEMY - HEA, 2011).



Figura 4 - Modelo 4C.



Além disso, existe uma série de atividades extracurriculares que fazem parte da EDS, destacando-se:

- The Nottingham Advantage Award (NAA): o NAA é um programa extracurricular opcional e gratuito, projetado para auxiliar os alunos a desenvolver capacidades em uma variedade de áreas interligadas: empregabilidade, empreendedorismo, voluntariado, envolvimento com a comunidade e cidadania global. Foi lançado inicialmente no campus de Reino Unido, em 2008, e posteriormente, em 2010, nos campi da China e da Malásia. O programa oferece tópicos sobre a sustentabilidade com o objetivo de desenvolver conhecimento, compreensão e habilidades, além de promover mudanças positivas de comportamento;
- The Staff Video Project - Sustainability in Practice: desenvolvido pela Dra. Sarah Speight, este projeto constitui-se como uma plataforma de ensino on-line que mostra boas práticas para a EDS. São apresentados estudos de caso de uma variedade de programas de graduação e pós-graduação, bem como as operações de campus e atividades da Nottingham (UNIVERSIDADE DE NOTTINGHAM, 2017).

4.2 Universidade Federal de Viçosa (UFV)

A Universidade Federal de Viçosa (UFV) oferece cursos de graduação e pós-graduação nas áreas de Ciências Agrárias, Ciências Biológicas & da Saúde, Ciências Exatas & Tecnológicas e Ciências Humanas, em três campi: campus Viçosa, campus Florestal e campus Rio Paranaíba. Atualmente, a UFV é uma das instituições brasileiras com o maior número de programas de pós-graduação com nota máxima de desempenho.

Em 2016, a UFV foi classificada como a segunda universidade mais sustentável do Brasil pelo GreenMetric World University Ranking, atingindo 5.353 pontos do total de 10 mil possíveis. Na classificação geral, a universidade ficou na 139ª posição entre as 516 participantes.

Dentre os indicadores avaliados pelo ranking, a UFV se destacou no critério Educação, que avalia o número de cursos e o percentual de recursos destinados à pesquisa, publicações, eventos e organizações estudantis que tenham interface com a EDS.

Além do campus Viçosa ser um dos mais arborizados e com áreas verdes do Brasil, a UFV também tem desenvolvido outras ações no caminho da sustentabilidade institucional. Em 2014, foi instituída uma comissão permanente para discutir este tema com representantes dos três campi. De acordo com as divisões de Gerenciamento de Resíduos e de Água e Esgotos, a partir deste período, a instituição conseguiu reduzir o volume de água tratado por

Organização



Promoção





sua Estação de Tratamento de Água (ETA/UFV) em 30%. Na área dos resíduos sólidos, em 2016, mais de 90 toneladas de resíduos recicláveis de obras, escritórios e outros estabelecimentos foram destinados à reciclagem. Além disso, cerca de 21 toneladas de resíduos perigosos foram descartados de forma ambientalmente adequada. A universidade também já substituiu 8 mil lâmpadas fluorescentes por modelos de LED mais econômicos (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2017).

Analisando a Matriz Curricular de todos os cursos de engenharia oferecidos pela instituição, percebeu-se que, no primeiro ano, todas as matrizes possuem como disciplina obrigatória a Introdução em Engenharia. Existe também uma considerável recorrência na oferta da disciplina Ecologia Básica, seja como disciplina obrigatória ou optativa. Além disso, todos os currículos oferecem optativas, sendo a Área das Ciências Agrárias, pioneira na instituição, a de maior ênfase e desenvolvimento. A Tabela 1 ilustra o lugar da interface ambiental em cada um dos cursos de engenharia oferecidos através de um levantamento quantitativo sobre as disciplinas optativas que apresentam um viés sustentável. Foram analisadas as ementas de cada uma destas e, considerou-se como indicadores deste viés, a presença de termos tais como, *sustentabilidade*, *conservação*, *fonte alternativa*, *ética ambiental*. Apenas a matriz curricular do Curso de Engenharia Elétrica não foi encontrada.

Tabela 1 - O lugar da interface ambiental nos currículos de engenharia da UFV.

CURSO	OPTATIVAS COM INTERFACE AMBIENTAL	TOTAL DE OPTATIVAS	FREQUÊNCIA (%)
Eng. Florestal	21	63	33,3
Eng. Ambiental	18	56	32,1
Eng. Civil	5	54	9,3
Eng. de Agrimensura e Cartográfica	7	71	9,9
Eng. de Alimentos	1	28	3,6
Eng. de Produção	0	30	0,0
Eng. Mecânica	2	42	4,8
Eng. Química	13	49	26,5

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho ressalta a importância da matriz curricular na EDS e o importante papel da educação superior, que tem como grande desafio preparar profissionais e pesquisadores para trabalhar e agir de forma transformadora e com consciência ambiental.

Além do preparo técnico, é indispensável que o engenheiro seja capaz de exercer valores e condições de formação humana, tais como conduta ética, capacidade de iniciativa, criatividade, atitude empreendedora, flexibilidade, autocontrole, comunicação, expressão oral e escrita, dentre outras.

A escolha das universidades analisadas considerou dois importantes sistemas de classificações: o GreenMetric World University Ranking de 2016 para a escolha de um estudo de caso em âmbito internacional e o Conceito Preliminar de Curso (CPC), realizado pelo MEC, para ilustrar também em âmbito nacional a pesquisa. Desta forma, os autores demonstram-se imparciais à escolha.

A partir da revisão bibliográfica, percebeu-se que o sucesso da EDS está diretamente ligado ao compromisso e dedicação assumidos por toda a comunidade acadêmica. Além



disso, o apoio financeiro e a formação de equipes transdisciplinares para a organização de estratégias e planos de ação em favor da implementação da EDS são fundamentais.

Devido à sua flexibilidade, verificou-se também uma tendência de adoção de modelos iguais ou similares ao Modelo Curricular 4C em todas a comunidade europeia, principalmente pelas instituições financiadas pela Higher Education Academy (HEA), instituição britânica com foco em promover excelência no ensino superior.

O levantamento sobre a interface da sustentabilidade nos cursos de engenharia oferecidos pela UFV mostrou que as engenharias pertencentes à Área das Ciências Agrárias, de fato possuem maior número de cursos oferecidos com pegada ambiental e sustentável, sendo significativas na avaliação positiva da universidade. Enquanto as engenharias Florestal, Ambiental e Química apresentaram índices da ordem de 30%, as demais oferecidas pela universidade apresentaram índices inferiores à 10%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BISAILLON, Véronique; AMOR, Mourad Ben; WEBSTER, Alain. *Sustainable Development Integration Strategies in Higher Education: Case Study of Two Universities and Five Colleges in Quebec*. In: Integrating Sustainability Thinking in Science and Engineering Curricula - Innovative Approaches, Methods and Tools. Suíça: Springer, 2015. p. 117-130.

BYRNE, Edmond P.; DESHA, Cheryl J.; FITZPATRICK, John J.; HARGROVES, Karlson C. *Exploring sustainability themes in engineering accreditation and curricula*. International Journal of Sustainability in Higher Education, v. 14, p. 384-403, 2013.

CORTELAZZO, Iolanda Bueno de Camargo. *Preparing Teachers for Sustainable Development in Higher Education*. In: Integrating Sustainability Thinking in Science and Engineering Curricula - Innovative Approaches, Methods and Tools. Suíça: Springer, 2015. p. 3-20.

FEDERAÇÃO MUNDIAL DE ORGANIZAÇÕES DE ENGENHARIA / WORLD FEDERATION OF ENGINEERING ORGANIZATION - WFEO. *Engineers and Sustainable Development*. Committee on Technology. Agosto, 2002. Disponível em: <<http://ceae.colorado.edu/~amadei/CVEN4700/PDF/WFEOdoc.pdf>> Acesso em: Maio de 2017.

HIGHER EDUCATION ACADEMY - HEA. *Education for Sustainable Development and Holistic Curriculum Change - A review and guide*. 2011. 45 p.

SEGALÀS, Jorge; FERRER BALAS, Dídac; MULDER, Karel F.. *What do engineering students learn in sustainability courses? The effect of the pedagogical approach*. International Journal of Sustainability in Higher Education, v. 18, p. 275-284, 2010.

UNESCO. *Educação para a Sustentabilidade - do Rio a Joanesburgo: lições aprendidas de uma Década de Compromisso*. 2002. 3 p. Título Original: Education for Sustainability – from Rio to Johannesburg: Lessons Learnt from a Decade of Commitment.

UNESCO BRASIL. *Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável 2005-2014: Documento Final Plano de Implementação*. Brasília: 2005. 113 p.

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

Promoção



ABENGE
Associação Brasileira de Educação em Engenharia



Título Original: United Nations Decade of Education for Sustainable Development 2005-2014
- Draft International Implementation Scheme.

UNIVERSIDADE DE NOTTINGHAM. *Site Institucional*. Disponível em:
<<http://www.nottingham.ac.uk/>>. Acesso em: Maio de 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. *Site Institucional*. Disponível em: <
<https://www.ufv.br/>>. Acesso em: Maio de 2017.

VARGAS, Luis S.; LEAN, Claudia Mac. *A Minor Programme on Sustainability for the Engineering Curriculum at the University of Chile*. In: Integrating Sustainability Thinking in Science and Engineering Curricula - Innovative Approaches, Methods and Tools. Suíça: Springer, 2015. p. 21-30.

UI GREENMETRIC - *World University Ranking*. Universidade da Indonésia: 2017. Disponível em: <<http://greenmetric.ui.ac.id/>>. Acesso em: Maio de 2017.

CURRICULUM AND EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN ENGINEERING

Abstract: *Education has been increasingly fundamental to build up a sense of respect and collaborative work, necessary to ensure a more just and sustainable world. In this way, Education for Sustainable Development (ESD) must be present throughout the educational process, and the universities have a specific role to play as a research and learning centers and as a precursors of initiatives that lead positive changes. In this article, considering the curricular matrix as a fundamental piece for an ESD, we searched about the sustainable interface place in the curricula of engineering education. The main objective of these study was to elucidate actions for the benefit of EDS in the context of the curricular matrix. It has been found that there is a growing awareness in a worldwide community of engineering education, such as the University of Nottingham in England and the Federal University of Viçosa in Brazil. However, the integration of sustainable knowledge, skills and practices is still somewhat precarious.*

Key-words: *Curriculum, Education for Sustainable Development (ESD), Engineering Teaching.*