



Formação Crítica Acerca das Relações CTS em Cursos de Engenharia com Apoio dos Espaços Sociais da Web 2.0 – Análise de uma Intervenção Pedagógica

Simone Leal Schwertl¹; Andrea Brandão Lapa²; Walter Antonio Bazzo³

¹silealschwertl@gmail.com, FURB, Brasil

²andrea.lapa@ufsc.br, UFSC, Brasil

³wbazzo@emc.ufsc.br, UFSC, Brasil

Resumo

Este artigo socializa uma intervenção pedagógica junto a alunos de cursos de Engenharia, que teve como objetivo contribuir, com o apoio de espaços sociais da Web 2.0, para uma formação crítica das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. São apresentados, além de substratos da fundamentação teórica que subsidia o desenho da referida intervenção, advindos de três grandes áreas: Educação Científica e Tecnológica, Formação crítica como prática pedagógica e Educação na Cibercultura, também o desenho da prática pedagógica e uma análise crítico reflexiva orientada por duas categorias de análise: (i) ação dialógica e problematizadora com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0 e (ii) consciência crítica acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Esta experiência de ensino-aprendizagem pode contribuir com aqueles que buscam encontrar novas rotas para promover, em cursos de Engenharia, discussões sobre o desenvolvimento Científico e Tecnológico contemporâneo e seus impactos na Sociedade.

Palavras-chave: Formação crítica do Engenheiro; Ciência, Tecnologia e Sociedade; Educação na Cibercultura.

Abstract

This article socializes a pedagogical intervention with students of engineering courses, whose objective was to contribute, with the support of social spaces of Web 2.0, to a critical formation about the relations between science, technology and society. This work shows, as well as substrates of the theoretical foundation that subsidizes the design of said intervention, coming from three broad areas: Scientific and Technological Education, Critical training as pedagogic practice and Education in cyberculture; also the pedagogical practice design and a critical reflexive analysis guided by two categories of analysis: (i) dialogic and problematizing action with the support of the social spaces of Web 2.0 and (ii) critical awareness about the relations between science, technology and society. This teaching-learning experience can contribute to those who seek to find new routes to promote, in engineering courses, discussions about contemporary scientific and technological development and its impacts on society.

Keywords: Engineer's critical training; Science, Technology and Society; Education in Cyberculture.

Resumen

Este artículo socializa una intervención pedagógica con alumnos de los cursos de ingeniería con el objetivo de contribuir, con el apoyo de espacios sociales de la web 2.0, para una formación crítica sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. En este trabajo se presentan, además de los aspectos de la fundamentación teórica que han subsidiado el diseño de la intervención en cuestión, derivados de tres grandes áreas: Educación científica y tecnológica, formación crítica como práctica pedagógica y educación en la *Cibercultura*, se muestra también el diseño de la práctica pedagógica y un análisis crítico y reflexivo orientado por dos categorías de análisis: i) acción dialógica y problemática con apoyo de los espacios sociales de la web 2.0 y ii) consciencia crítica acerca de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Esta experiencia de enseñanza – aprendizaje puede contribuir con aquellos que buscan encontrar nuevas rutas para promover, en las carreras de ingeniería, discusiones sobre el desarrollo científico y tecnológico contemporáneo y sus impactos en la sociedad.

Palabras claves: Formación crítica del Ingeniero, Ciencia, Tecnología y Sociedad, Educación en la *cibercultura*.

1. Introdução

O engajamento em trabalhos direcionados à renovação dos cursos de Engenharia da FURB desde 2002, a participação em eventos que discutem o ensino de Engenharia como, por exemplo, o Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) e a perspectiva crítica dos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) conduziram à compreensão de que a elaboração de currículos que contemplem as necessidades de formação crítica do Engenheiro contemporâneo é uma tarefa desafiadora. Tal formação não pode se limitar à discussão e à adaptação de conhecimentos Científicos e Tecnológicos extremamente importantes ao profissional que se almeja formar, mas deve envolver conteúdos de implicação sociológica que permitam analisar o contexto e tomar decisões que, além de técnicas, sejam também sociais e políticas.

Transformações profundas nos cursos de Engenharia demandam que os professores da área tecnológica não só percebam a relevância de os alunos desenvolverem reflexões críticas acerca das relações CTS, mas também reconheçam sua responsabilidade em contribuir para que, ao longo de sua formação, os futuros Engenheiros reflitam e problematizem o fato de que muitas questões políticas, sociais, econômicas e ambientais, enfrentadas pelo mundo contemporâneo, têm estreita relação com os avanços da Ciência e da Tecnologia [1] [2]. Contudo, diante da trajetória do ensino de Engenharia, foi possível perceber que a constituição de espaços que corroborem a formação crítica acerca dos avanços da Ciência e da Tecnológica Sociedade ainda se constitui num desafio para as Instituições de Ensino Superior (IES), mesmo diante da flexibilidade e das orientações sinalizadas pela Resolução CNE/CES 11/2002.

Uma rota para ousar e experimentar novas possibilidades educativas surge com as novas possibilidades da atual fase da Cibercultura: a Web 2.0. Entende-se que Cibercultura “é uma expressão que serve à consciência mais ilustrada para designar o conjunto de fenômenos cotidianos agenciados ou promovidos com o progresso das telemáticas e seus maquinismos” [3], isto é, quando os avanços das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) implicam diretamente a vida cotidiana das pessoas alterando formas de relacionamento e de produção Cultural da Sociedade. Essas novas formas de ser e estar no mundo foram rapidamente transformadas a partir da difusão da Web, em especial da chamada Web 2.0.

O termo Web – uma espécie de trocadilho com um tipo de notação em informática que indica a versão de um *software* – foi popularizado entre 2004 e 2005 pela O’Reilly Media Group e pela MediaLive International [4]. Com os avanços das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), passou-se da Web 1.0 para a 2.0, já com vistas à Web 3.0. Em síntese, definir a Web 2.0 é ter como referência um conjunto de Tecnologias associadas como *blogs*, *podcasts*, , redes sociais, entre outros, que promovem a conexão entre as pessoas e, sobretudo, por meio das quais todos são capazes de editar e publicar informações [5], isto, é serem consumidores de informações, mas também autores e emissores de conteúdos novos.

A busca por apoio dos espaços sociais da Web 2.0 (redes sociais virtuais, *blogs*, *Twitter*, *Youtube*) – os quais têm se configurado como novo habitat da nação jovem da Sociedade contemporânea – advém primeiramente de uma curiosidade que perpassa tanto a compreensão da necessidade de aproximação de uma nova forma de comunicação e informação, vivenciada pelos jovens na contemporaneidade, quanto a possibilidade de encontrar novas formas de estar junto dos estudantes [6], em sua maioria, nativos digitais. Além disso, a busca pela utilização de recursos da Web 2.0 em intervenções pedagógicas está em consonância com a perspectiva cibercriticista, a qual se refere à competência do agente que procura identificar potencialidades, problemas e desafios que os sujeitos sociais enfrentam na atualidade diante da popularização das TDIC e que, por sua vez, assume uma posição crítica no que concerne aos novos aspectos que delas procedem [3], na busca de formas de apropriação crítica e criativa dos recursos Tecnológicos pelos sujeitos.

Sendo assim, entende-se como relevante que as Instituições de Ensino Superior (IES) abram oportunidades para que a Web 2.0 possa ser compreendida e utilizada em projetos pedagógicos com critérios bem definidos. O que se vislumbra não é a exclusão de processos e metodologias, mas a inclusão de novas interfaces e dispositivos, não só para melhorar o que já se tem feito, mas, principalmente, para encontrar novos caminhos para uma Educação de qualidade [7].

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é socializar uma intervenção pedagógica que ocorreu em uma universidade do Vale do Itajaí no primeiro semestre de 2015, com vistas a contribuir para promover, em cursos de Engenharia e com apoio dos espaços sociais da Web 2.0, uma formação crítica acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

2. Fatores e Circunstâncias

A intervenção pedagógica está fundamentada em três grandes áreas: Educação Científica e Tecnológica (ECT), Formação crítica como prática pedagógica e Educação na Cibercultura, de onde emergiram o que se designa de *Fatores e Circunstâncias* (FC) que sejam capazes de orientar intervenções pedagógicas, em cursos de Engenharia e com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0, promovendo uma formação crítica acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

No campo da ECT, autores dos Estudos CTS [1] [2] [7] [8] bem como da Alfabetização Científica e Tecnológica [9] subsidiam a compreensão crítica do contexto Científico-Tecnológico e corroboram para a formação de um cidadão crítico que tenha consciência do poder de suas escolhas e ações para transformar a Sociedade no que tange a questões marcadas por Ciência e Tecnologia. No campo da Formação crítica como prática pedagógica, os referenciais centram-se na pedagogia crítica de Henry Giroux [10] [11] e na pedagogia libertadora de Paulo Freire [12] a qual tem, como característica principal, a ação dialógica e problematizadora e sua transposição para o ensino de Ciências [13].

No campo da Educação na Cibercultura, a perspectiva da Mídia-Educação, um campo de estudo das mídias que contempla três dimensões indissociáveis: inclusão digital, objeto de estudo e ferramenta pedagógica, baliza o olhar crítico para as potencialidades pedagógicas dos espaços sociais da Web 2.0 [14]. Isso significa que, ao tomar contato com os espaços sociais da Web 2.0 e desenvolver conhecimentos sobre eles, é mister que o professor identifique os recursos disponíveis, compreenda como eles funcionam e, conseqüentemente, aproveite as possibilidades inovadoras para o uso desses recursos na prática pedagógica, sem, contudo, deixar de problematizar a não neutralidade desses dispositivos bem como dos conteúdos e mensagens que são veiculados por eles [15]. Nesse ínterim, destacam-se as pesquisas para a compreensão da fase 2.0 da Cibercultura [16] [17], e os estudos sobre Educação, Comunicação e Cultura [5] [18] [19] [20] [21] [22].

Do exposto, esclarece-se que a designação Fatores e circunstâncias (FC) expressa os achados da imersão realizada, nas três grandes áreas supracitadas, cujo intuito é promover a formação crítica almejada. A Figura 1, assim, sintetiza os FC sob três perspectivas: (a) como diretrizes para conduzir uma formação crítica acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade; (b) como aporte pedagógico para uma formação crítica; e (c) como possibilidades dos espaços sociais da Web 2.0 para Educação.

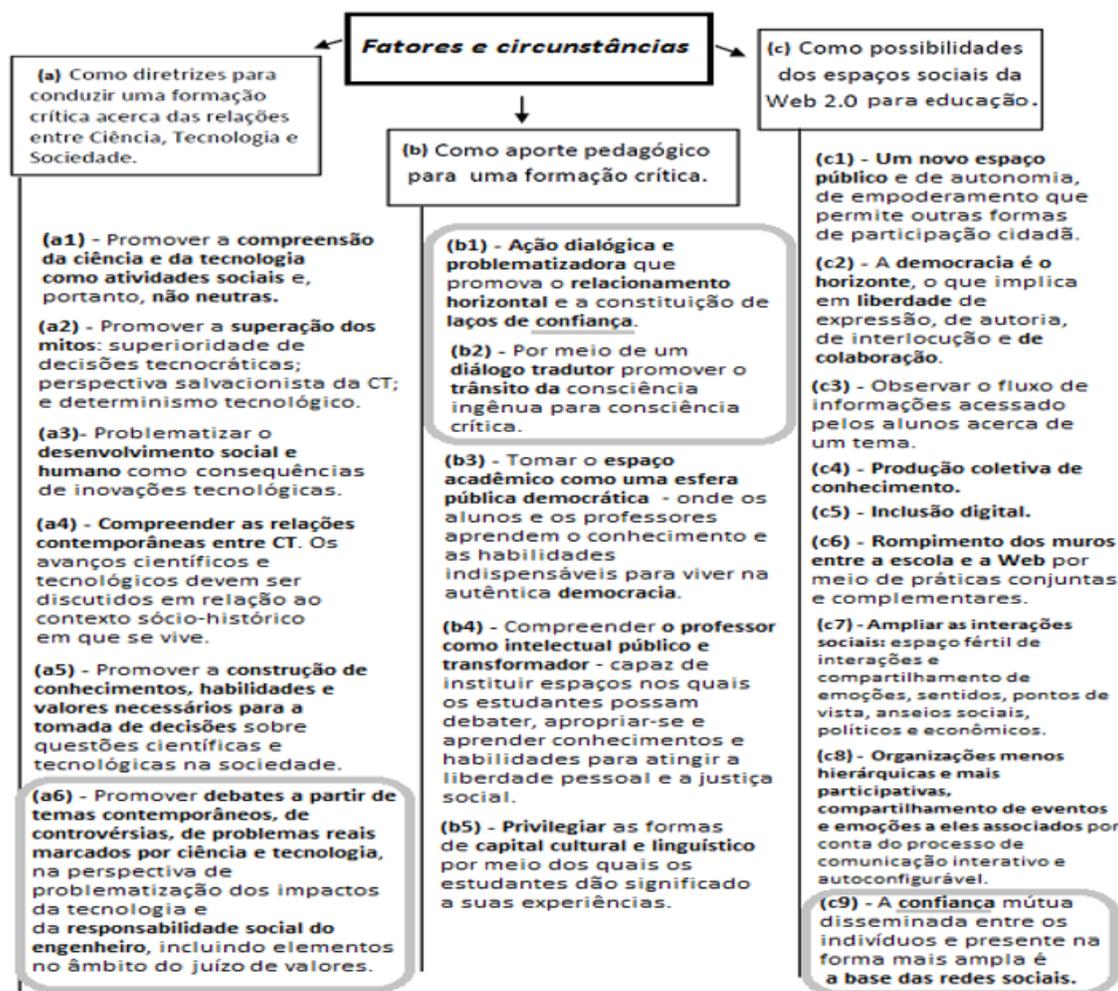


Figura 1. Fatores e circunstâncias para promover uma formação crítica acerca das relações CTS em cursos de Engenharia e com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0.

A diretriz “a₆” (Figura 1) aponta o debate de temas reais, de controvérsias, de problemas marcados por Ciência e Tecnologia como rota para promover uma formação crítica acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, mais especificamente para a problematização dos impactos da Tecnologia e da responsabilidade social do Engenheiro na perspectiva de incluir elementos no âmbito do juízo de valores. No item, a seguir, apresentam-se substratos do potencial da temática “Tecnologias emergentes” para promover a formação almejada nos cursos de Engenharia.

2.1. O Potencial da Problematização de Tecnologias Emergentes Desenvolvidas a Partir da Tecnociência

A potencialidade da discussão sobre Tecnologias emergentes ou em desenvolvimento como temática para problematização das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade advém, inicialmente, da aproximação de estudos que discutem as Tecnologias revolucionárias que estão entrando silenciosamente nas vidas das pessoas [24]. A Nanotecnologia e os avanços da Internet e da Engenharia Genética, entendidas como Tecnologias emergentes, estão reconfigurando o cotidiano da Sociedade e, por vezes, estão sendo tomados como consequência inevitável de uma nova onda de evolução tecnológica advinda da Tecnociência, um regime con-

temporâneo de pesquisa “onde a Ciência visa conhecer ou compreender menos a natureza e fabricá-la mais” [24], ou seja, “os cientistas e os Engenheiros da atualidade moldam o cosmos a partir dos tijolos elementares da matéria” [24].

Para Bensaude-Vicent, a Tecnociência, numa primeira abordagem, pode ser vista como uma mutação nas relações entre Ciência e técnica, em outras palavras, “a técnica não seria mais dependente da Ciência e nem subordinada a ela num sistema de valores, a prioridade estaria invertida, como sugere a ordem na composição da própria palavra” [24]. Contudo, depois de um rigoroso estudo de resgate da origem do termo, a autora afirma que a inversão da hierarquia existente entre a Ciência e a Tecnologia é apenas o ponto mais visível de uma mudança de regime no conhecimento Científico que integra a lógica empresarial e a captação de recursos para o desenvolvimento de pesquisa. Entre as preocupações de Bensaude-Vicent, está a indagação sobre o mundo que se passa a construir balizado pelo regime da Tecnociência que, ao mesmo tempo, aprofunda um conhecimento Científico que permite adentrar e, quiçá, dominar as entranhas da matéria, mas que está marcado pela corrida do mercado por inovações tecnológicas e pela entrada incisiva das políticas científicas e dos órgãos de fomento que financiam as pesquisas. Tem-se o entendimento de que esse é um ponto crucial que possui estrita relação com a questão da não neutralidade da Ciência e da Tecnologia, o que leva à necessidade de problematizá-lo em cursos de Engenharia. É fundamental, cada vez mais, que o Engenheiro tenha conhecimento da realidade da pesquisa científica e da maturidade do conhecimento Científico que respalda uma inovação tecnológica na atualidade e que esse conhecimento seja um parâmetro de decisão em suas escolhas tecnológicas.

Para exemplificar em que situação se encontra a relação entre a Tecnociência e o campo da Engenharia, recorre-se às colocações de Charles M. Vest, ex-presidente do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Em editorial especial do *Journal of Engineering Education*, ao contextualizar os desafios para a Educação em Engenharia, Vest sinalizou que “o mais emocionante e valioso para o século XXI será o trabalho de Engenheiros que irá mover a Tecnologia de aplicações de sistemas minúsculos em macrossistemas” [25]. Os sistemas minúsculos são aqueles desenvolvidos no “mundo Bio/Nano/Info onde as coisas são cada vez menores” [25], e os macrossistemas são aqueles de crescente dimensão e complexidade, relacionados, por exemplo, ao abastecimento de água potável e energia, ao meio ambiente, à logística e à comunicação [25]. No contexto nacional, Pinto (2009), ao discutir a proposta de Ciência e Tecnologia para o período entre 2011 e 2014, sinaliza que a criação de novas cadeias produtivas, no setor industrial, estará diretamente associada à imbricação da Tecnologia Digital, da Biotecnologia e da Nanotecnologia, a chamada nova indústria [26].

A breve incursão pelo cenário de relação entre Engenharia e Tecnociência permite aferir a importância de as Instituições de Ensino desenvolverem atividades que promovam a aproximação entre os futuros Engenheiros e as discussões sobre Tecnologias emergentes provenientes da Tecnociência, “um processo histórico que transforma a natureza e a Sociedade num vasto cenário experimental” [24]. A partir da década de 1970, as discussões sobre os impactos da Ciência e da Tecnologia na Sociedade começaram a integrar, ao menos em parte, os currículos escolares. Estudos como dos sociólogos britânicos Harry Collins e Trevor Pinch (2010), adeptos dos Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia, defendem a abertura de oportunidades com foco didático nos estudos de caso para que se possa pensar sobre a Ciência e a Tecnologia [27]. Os mesmos autores atentam para o fato de se evitar incorrer em posições extremistas de contra ou a favor, mas, sim, desenvolver atividades pedagógicas na perspectiva de criar oportunidades para se pensar criticamente sobre o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. Nesse sentido, Bazzo, Lisingen e Pereira (2003) também defendem que o cenário educacional é um espaço significativo para o que designam de aprendizagem social, principalmente para que hábitos de reflexão sobre a regulação democrática de inovações tecnológicas e de participação pública nessa regulação possam ser adquiridos, com especial atenção para situações nas quais tais inovações gerem riscos e incertezas quanto às suas implicações sociais, Culturais e ambientais, de forma que possam ser debatidas e analisadas as possibilidades de entrincheiramentos Tecnológicos [28].

É consenso que os cientistas e os Engenheiros da atualidade passam a ter, cada vez mais, acesso a um conhecimento que lhes dá a possibilidade real e hipotética de realizar coisas jamais vistas, e com impactos talvez até irreversíveis, esse fato impõe à ética da civilização tecnológica uma dimensão de responsabilidade que se aproxima das postulações defendidas por Hans Jonas (2006). Nas palavras desse autor,

[...] a natureza nova do nosso agir exige uma nova ética de responsabilidade de longo alcance,

proporcional à amplitude do nosso poder, ela então exige, em nome daquela, uma nova espécie de humildade – uma humildade não como a do passado, em decorrência da pequenez, mas em decorrência da excessiva grandeza do nosso poder, pois há um excesso do nosso poder de fazer sobre o nosso poder de prever e sobre o nosso poder de conceder valor e julgar. Em vista do potencial quase escatológico dos nossos processos técnicos, o próprio desconhecimento das conseqüências (sic) últimas é motivo para uma contenção responsável – a melhor alternativa para a falta de sabedoria [29].

Concorda-se plenamente com Hans Jonas quanto à defesa de que a magnitude do agir coletivo, cumulativo e Tecnológico das pessoas na atualidade exige uma nova ética que balize um novo tipo de agir humano voltado para um sujeito atuante. Um dos imperativos adequados desse agir poderia ser expresso da seguinte forma: “Aja de modo a que os efeitos da tua ação sejam compatíveis com a permanência de uma autêntica vida humana sobre a Terra” [29]. Com base nesse autor, compreende-se haver necessidade de o futuro da humanidade e do planeta tocar, de alguma forma, o coração de cada pessoa, seu senso de responsabilidade e de respeito, a fim de balizar, talvez hoje mais do que nunca, o seu agir individual e coletivo.

De outra parte, autores como Kevin Kelly (2012) pontuam que, de certa forma, o ser humano está coevoluindo com suas Tecnologias e criando uma relação simbiótica com elas [30]. A evolução de uma Tecnologia é inevitável, e “a única maneira confiável de avaliar uma Tecnologia é deixá-la ‘correr na esteira’, por assim dizer” [30]. Isso porque, na visão de Kelly, quando uma Tecnologia é testada logo depois de nascer, apenas seus efeitos primários estarão visíveis, sendo que, na maioria dos casos, os problemas subsequentes estão enraizados nos efeitos inesperados e normalmente se espalham por toda a Sociedade. Os problemas quase nunca são capturados pelas previsões, experimentos de laboratório ou relatórios de consultoria. Além disso, subsidiado por um levantamento histórico, o autor afirma que a história tem mostrado que o total banimento de uma Tecnologia, ou mesmo a sua proibição, por conta da impossibilidade de dimensionamentos dos possíveis riscos, não impede a utilização ou a evolução da Tecnologia na Sociedade. Infelizmente, reconhecem-se esses aspectos com uma dura realidade. Kelly defende que o caminho seria o investimento em sistemas de controle e monitoramento os quais, na sua visão, ganham novos contornos de temporalidade com as potencialidades das TDIC contemporâneas e que aí entrariam as escolhas da Sociedade. Nas palavras do autor,

Temos cada vez mais meios de realizar testes quantitativos para tudo que usamos, o tempo inteiro, não apenas uma vez. A Tecnologia integrada permite que transformemos o uso diário de Tecnologias em experimentos de larga escala. Por mais que uma nova Tecnologia seja testada em um primeiro momento, ela deve ser retestada continuamente em tempo real. A Tecnologia nos dá maneiras mais precisas de realizar testes de nicho. O uso de Tecnologias de comunicação, testes genéticos baratos e ferramentas de automonitoramento permite que nos concentremos no modo como as inovações se desenvolvem em cada vizinhança, subCultura, grupo genético, grupo étnico e modo de uso. O teste pode ser contínuo, 24 horas por dia, sete dias por semana, não apenas algo pontual logo que a Tecnologia é lançada. Além disso, novas Tecnologias, como as mídias sociais (o Facebook de hoje) permite que os cidadãos organizem suas próprias avaliações e realizem pesquisas sociológicas. O teste é ativo, não passivo. A vigilância é parte integral do sistema. [30].

As postulações de Kelly asseveram que, se, de um lado, a evolução de uma nova Tecnologia é inevitável, de outro, ainda há esperanças de que a natureza de cada Tecnologia, e especialmente o caminho da sua evolução, dependa de decisões humanas. Contudo, compreende-se que o reconhecimento da necessidade de participação pode acontecer ao se conhecer mais a fundo os meandros das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Concebe-se, tendo como ponto de partida a discussão sobre exemplos de Tecnologias emergentes, ou seja, de Tecnologias que já “estejam na esteira” [30], que se possa promover o desenvolvimento de uma consciência crítica acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, com vistas a promover ações para reais transformações sociais. As Tecnologias emergentes, se não analisadas com criticidade, poderão continuar a serem tratadas como uma divindade, principalmente pelos tecnófilos [31] que, como adoradores da Tecnologia, a concebem como redentora dos males da humanidade e acreditam que os problemas que

ela possa causar serão inevitavelmente corrigidos por uma Tecnologia que está por vir. Entende-se, assim como Bazzo (2015), que a crença no poder salvacionista da Tecnologia poderá trazer consequências sérias, de caráter até irreversíveis para a sobrevivência da humanidade [1]. Contudo, admitir tal fato não esmorece a convicção de que “a Educação pode ser o antídoto para conduzir o ser humano a ser o timoneiro de suas realizações” [1].

Esse é o horizonte que baliza e alimenta o agir de professores que têm uma postura ciber criticista como Rudiger (2011) e se veem como intelectuais públicos e transformadores, tais como Giroux (1997). Apesar de ser um campo novo de ação e não haver um guia de referências já constituído sobre “boas práticas” para a formação crítica com apoio dos recursos da Web 2.0, um professor que assuma esse papel transformador é levado a experimentar, na prática, a integração de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no ensino. Ao refletir sobre sua ação, o docente produz conhecimento sobre a potencialidade e limites da Web e avança na apropriação crítica e criativa de TDIC na Educação, ação que apresentamos neste artigo, a saber, uma experiência concreta de integração da Web 2.0 na formação crítica (CTS) de Engenheiros. Para tanto, buscou-se, nos espaços sociais da Web 2.0, apoio para estar à frente de uma intervenção pedagógica cujo objetivo, para muitos, pode ser uma utopia.

2.2. A intervenção pedagógica

A intervenção pedagógica se caracterizou pela proposta de um *Ciclo de Debates sobre Tecnologias em desenvolvimento – o caso da Nanotecnologia* e teve como horizonte os seguintes objetivos:

Objetivo geral

1. Contribuir para a formação crítica dos alunos dos cursos de Engenharia da FURB, no tocante às complexas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, por meio da discussão de uma Tecnologia emergente – o caso da Nanotecnologia.

Objetivos específicos:

1. Promover um debate sobre uma Tecnologia emergente com vistas a ampliar o espectro de valores que balizam a tomada de decisões para além da hegemonia da eficiência técnica e dos valores econômicos;
2. Problematizar a responsabilidade do Engenheiro numa Sociedade onde cada vez mais as agendas de pesquisa científica, diante da Tecnociência, têm sido definidas e financiadas pelas demandas mercadológicas das inovações tecnológicas;
3. Promover a construção coletiva de conhecimentos acerca das relações contemporâneas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade a partir do exemplo da Nanotecnologia; e
4. Ampliar as possibilidades para promover a ação dialógica e problematizadora a partir da articulação dos espaços sociais da Web 2.0 junto à intervenção pedagógica.

O título da atividade – *“Ciclo de Debates sobre Tecnologias em desenvolvimento: o caso da Nanotecnologia”* – procurou evitar a tradição que carrega a palavra “curso” ou dela se distanciar. Em outras palavras, o título da atividade buscou que os inscritos não se sentissem participantes de um “curso” sobre Nanotecnologia no sentido de “receber” informações sobre o tema. A intervenção pedagógica, como uma atividade de livre escolha dos alunos, trouxe, no bojo de sua proposta, a possibilidade de viver uma experiência em que o proponente da atividade não era uma especialista sobre a temática, de forma a permitir a descentralização do papel do professor, enquanto dono do saber, e promover um processo colaborativo de aprendizagem ou de construção coletiva de conhecimento sobre o tema.

Organizou-se a intervenção pedagógica para ser realizada em cinco encontros presenciais de quatro horas de duração cada. Após cada encontro presencial, contabilizou-se um total de mais quatro horas para o desenvolvimento de pesquisas sobre o tema Nanotecnologia e para a continuidade das atividades elencadas pelo grupo com o apoio dos recursos e dos espaços sociais da Web 2.0. Os alunos que participaram 100 %

da atividade receberam um certificado de 40 horas para ser validado no âmbito das Atividades Acadêmico-Científico-Culturais (AACCs).

A inscrição para o Ciclo de Debates sobre Nanotecnologia teve como um de seus pré-requisitos, além do interesse pela temática Nanotecnologia por parte dos inscritos, “estar conectado”, ou seja, ter acesso fácil à Internet por celular, *tablete* ou qualquer outro dispositivo móvel, e disponibilidade para participar de espaços sociais da Web 2.0, a exemplo de redes sociais como o Facebook.

No que se refere ao projeto de pesquisa em Nanociência e Nanotecnologia, convém salientar que ele nasceu da necessidade americana de recuperar seu potencial competitivo, ao passo que os países europeus e o Japão só se engajaram nesse campo por conta da crise mundial. Nesse sentido, um posicionamento do Brasil, nesse contexto, é algo que certamente caberá aos futuros Engenheiros, os quais precisam tomar consciência da questão e problematizá-la, uma vez que, como já pontuado, a Nanotecnologia, juntamente com os avanços da Internet e da Engenharia Genética, está sendo entendida como uma Tecnologia emergente advinda da evolução da Tecnociência, que vem reconfigurando o cotidiano da Sociedade [24].

Existem, porém, muitas incertezas ligadas ao desenvolvimento dessa Tecnologia [32], visto que os estudos sobre os impactos do uso de nanopartículas ainda sejam incipientes, e a escala nanométrica traga grandes dificuldades para avanços nesse sentido. No entanto, apesar desse estágio inconcluso, diversos produtos constituídos de nanoestruturas já estão sendo comercializados no mercado mundial, mesmo que o seu desenvolvimento, em âmbito mundial, encontre barreiras ligadas aos riscos associados aos impactos ao meio ambiente e, conseqüentemente, à saúde humana.

Desse modo, a intervenção pedagógica, subsidiada pelos FC sintetizados na Figura 1, buscou promover, por meio da ação dialógica e problematizadora (FC b_1), um debate coletivo sobre uma Tecnologia emergente que apresenta controvérsias sociocientíficas (FC a_6), tendo como horizonte não só um processo democrático (FC- b_3 e c_2 -Figura 1), mas também o estabelecimento de laços de confiança (FC b_1 e c_9) que se fizessem colaboração para o diálogo entre o conhecimento do professor e dos alunos e, à medida do possível, que visasse a relação professor-aluno já instituída entre os sujeitos a fim de promover uma relação horizontal entre os participantes (FC b_1 e c_8).

Resultados Dezesete participantes se inscreveram para o Ciclo de Debates e compareceram ao primeiro encontro, sendo, treze continuaram até o final das atividades. Os cursos de Engenharia de Alimentos, Engenharia Química, Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica e Engenharia Civil tiveram representantes na atividade. A proposta do Ciclo de Debates não foi apresentada aos alunos como uma proposta fechada e o desenho dos tópicos pesquisados e debatidos foi obtido com base no interesse dos participantes sobre a temática, incluindo o professor que, assim como os demais participantes, teve voz ativa na escolha dos tópicos que seriam discutidos. Da mesma forma, os espaços sociais da Web 2.0, elencados para apoiar o Ciclo de Debates, foram decididos pelos participantes. No segundo encontro presencial, o grupo definiu pelo uso de um *blog* fechado e coletivo, onde todos os participantes entrariam como administradores e como tal teriam acesso a todos os recursos desse espaço virtual. Igualmente, foi decidido coletivamente pela utilização de um grupo fechado da rede social Facebook. Tanto o *blog* quanto o grupo do Facebook só poderiam ser acessados pelos participantes do Ciclo de Debates.

A partir das discussões iniciais realizadas com os participantes, cinco frentes ficaram definidas para pesquisa e discussão durante o Ciclo de Debates:

1. Nanotecnologia no Brasil. A discussão sobre essa temática perpassou pela questão da regulamentação e pela pesquisa de quais são os grandes centros de pesquisa em Nanotecnologia no país;
2. Nanotecnologia no mundo. O grupo estava interessado em levantar informações sobre os grandes investidores da pesquisa em Nanotecnologia na atualidade e sobre aspectos históricos de suas aplicações;
3. O que é Nanotecnologia. Esse tópico foi selecionado pois, apesar do interesse, poucos alunos tinham conhecimentos básicos sobre a temática e se fez necessário uma abordagem conceitual;
4. Aplicações de Nanotecnologia. O grande interesse da maioria dos participantes era pelas aplicações de Nanotecnologia e pelos surpreendentes benefícios anunciados com o seu desenvolvimento; e

5. Impactos da Nanotecnologia. A partir de provocações realizadas pelo professor, o grupo acabou por elencar essa frente para pesquisa e debate.

No que se refere aos impactos da Nanotecnologia, durante a discussão sobre esse tópico, além das pesquisas socializadas em forma de artigos Científicos e sites da internet, como o da “Rede Renanossoma”, que trazem uma visão mais crítica do desenvolvimento da Nanotecnologia, pediu-se autorização ao grupo para convidar duas pesquisadoras da Fundacentro, especializadas na temática, para compor o grupo fechado no Facebook. Realizou-se o contato com essas pesquisadoras por meio da participação em um curso sobre Nanotecnologia realizado na Fundacentro em 2014, o qual teve como objetivo levar conhecimentos sobre a Nanotecnologia para trabalhadores. Tal convite foi uma forma encontrada de contar com a ajuda de especialistas para discutir uma Tecnologia emergente, cujas aplicações não estavam sendo problematizadas pelos participantes. A contribuição das pesquisadoras à intervenção pedagógica foi significativa e demonstra o apoio dos espaços sociais da WEB 2.0, configurando-se numa alternativa de se trazer especialistas para o debate. Contudo, mesmo que tal presença tenha sido reconhecida pelos participantes como importante, é oportuno ressaltar que os estudantes não se envolveram em debates com as especialistas da Fundacentro, embora hajam sinalizado, em seus depoimentos, terem lido atentamente os comentários desses pesquisadores, realizados no grupo fechado da rede social Facebook, que foi utilizado durante o Ciclo de Debates.

No item a seguir, são apresentados substratos de uma análise crítico-reflexiva realizada a partir do tratamento dos dados produzidos ao longo do Ciclo de Debates, a qual foi orientada por duas categorias de análise:

1. Ação dialógica e problematizadora com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0; e
2. Consciência crítica acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Os dados analisados se constituíram das postagens e dos comentários realizados no *blog* e no grupo do Facebook de março a maio de 2015, das transcrições das gravações dos cinco encontros presenciais da intervenção pedagógica e das respostas dos participantes a um questionário de avaliação do Ciclo de Debates. A fonte de cada comentário encontra-se descrita da seguinte forma: CF (Comentário Facebook), CB (Comentário *blog*), TG (Transcrição de Gravação) e RQ (Resposta do Questionário).

2.3. Ação Dialógica e Problematizadora com o Apoio dos Espaços Sociais da Web 2.0

Como já colocado, para cada encontro presencial do Ciclo de Debates, computaram-se mais quatro horas *on-line*. No primeiro encontro presencial, explicou-se aos participantes que o tempo *on-line* foi previsto para valorizar a pesquisa e a participação nos espaços sociais da Web 2.0, conforme as demandas criadas pelo grupo. Os conteúdos das postagens realizadas pelos participantes, juntamente com as discussões e socializações realizadas durante o Ciclo de Debates, permitem aferir que os participantes se dedicaram às pesquisas no tempo não presencial do Ciclo de Debates, mesmo diante da excessiva demanda de estudo dos cursos de Engenharia. Contudo, encontrar tempo para comentários/discussões ou para “curtidas” nas postagens não foi uma opção dos participantes. Os estudantes usaram o tempo *on-line* previsto no Ciclo de Debates para realizar pesquisas e para socializar seus achados no *blog* e no grupo do Facebook na forma de postagens, as quais permitem novas linguagens para além da linearidade da exposição escrita. Barbero (2014) ajuda a compreender, ao menos em parte, essa opção dos participantes. Para o antropólogo, o idioma da nação jovem encontra uma cumplicidade expressiva com as novas possibilidades comunicacionais da Web 2.0 [5].

Do total das postagens realizadas no *blog*, excluindo aquelas provenientes das atividades iniciais de aprendizagem de utilização dos recursos desse espaço, trinta e seis (49,4%) foram realizadas pelos alunos; já no grupo fechado do Facebook, foram trinta e sete postagens (33,6%). Em linhas gerais, as postagens do Facebook continham chamadas com links de acesso para informações mais completas sobre a temática da postagem, imagens e vídeos demonstrativos, links para material em formato PDF disponível na Web. As postagens no *blog* continham o mesmo tipo de informações das postagens do Facebook. A maioria dessas

postagens, entretanto, apresentava mais textos que eram, por vezes, cópias literais de outras páginas de *blogs* e sites da Web sobre Nanotecnologia. O *blog*, diferente do Facebook, permite esse tipo de cópia; procurou-se não inibir essa prática, mas cobrou-se do grupo, sistematicamente, a fonte das informações.

Das postagens realizadas pelos alunos – 75 % das postagens do *blog* e 81,1 % das postagens do Facebook – foram sobre aplicações e benefícios da Nanotecnologia. As discussões realizadas nos encontros presenciais, associadas aos expressivos percentuais de postagens sobre aplicações da Nanotecnologia, levaram ao entendimento de que o grande interesse pelas aplicações estava impedindo, de certa forma, os participantes de ampliarem suas percepções e compreensões sobre a Nanotecnologia e, conseqüentemente, sobre as complexas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Esse entendimento, de uma parte, justifica as temáticas sobre Nanotecnologia postadas pela professora no *blog* e no Facebook, sobretudo no que tange aos impactos negativos da Nanotecnologia.

Neste ínterim, ressalta-se que a professora realizou 14 postagens (19,2 %) no *blog* e 40 postagens (36 %) no Facebook sobre as temáticas da Nanotecnologia. De um lado, apoiava-se o interesse dos alunos realizando-se postagens relacionadas aos seus interesses; de outro, recorreu-se a um conjunto de postagens para mostrar aos participantes exemplos de forças sociais que influenciam a apropriação e o desenvolvimento de uma Tecnologia. A finalidade era incitar a percepção da necessidade de uma visão crítica de uma Tecnologia emergente para que todos possam, de alguma forma, participar da escolha do caminho de desenvolvimento e apropriação dela na Sociedade.

Para se ter alguma dimensão do papel das postagens nas reflexões realizadas pelos participantes, aplicou-se um questionário e estabeleceu-se uma discussão sobre ele com os participantes no último encontro presencial do Ciclo de Debates. As questões desse questionário foram organizadas para verificar a contribuição do Ciclo de Debates na compreensão de temáticas relacionadas à Nanotecnologia e, embora fossem de múltipla escolha, para cada alternativa elencada, solicitou-se um comentário que a justificasse.

A partir do tratamento dos dados, foi possível verificar que a contribuição das postagens para melhor compreensão das temáticas foi sinalizada pelos participantes nos seguintes percentuais:

1. O que é Nanotecnologia – 53,8 % das respostas;
2. Propriedades da Nanotecnologia – 31 %;
3. Regulamentação de produtos com Nanotecnologia – 77 %;
4. Aspectos da Nanotecnologia no Brasil – 61,5 %;
5. Aspectos da Nanotecnologia no mundo – 69,2 %;
6. Impactos da Nanotecnologia – 61,5 %; e
7. Aplicações da Nanotecnologia – 53,8 % das respostas.

Em especial, em relação aos impactos da Nanotecnologia, seguem alguns comentários dos participantes que remetem, direta ou indiretamente, à contribuição das postagens.

Pelas postagens primeiramente percebi que quando estamos perante alguma Tecnologia ou algo novo digo assim e que envolve riscos humanos devemos ao menos saber quais os efeitos que possivelmente poderão acontecer de acordo com isso (Participante 02-RQ) Encontros e redes sociais ajudaram a, não compreender, mas pelo menos imaginar que os impactos que a nano vai gerar futuramente na natureza e no ser humano. Sabemos que a nano tem impactos muito positivos perante a evolução de várias áreas da Tecnologia e da Ciência, mas o que ela pode nos prejudicar é algo atualmente desconhecido e em fase de estudo (Participante 14-RQ) Tanto *on-line* quanto presencial. Este foi um tema que me chamou muita atenção, pois é difícil pararmos para pensar nisso. A contribuição das pesquisadoras Arline e XXXX foram riquíssimas para o grupo, e nos ajudaram bastante. Como futuros Engenheiros é um tema no qual devemos estar atentos”. (Participante 09-RQ) Sobre os impactos da Nanotecnologia, todas as formas de socialização foram muito importantes, pois cada grupo trouxe um pensamento e o professor trouxe um pensamento sobre os aspectos sociais e éticos”. (Participante 11- RQ)

É possível observar, no conjunto de comentários apresentados, traços de reflexões realizadas pelos participantes a partir das postagens. Esses comentários, associados aos percentuais das respostas que mencionam as postagens, sinalizam que, mesmo havendo uma quantidade pouco significativa de comentários dos participantes nas postagens, as temáticas das postagens contribuíram para incitar os participantes a refletirem e, conseqüentemente, ampliarem a sua compreensão sobre a relação entre Nanotecnologia e Sociedade para além do interesse inicial, focado quase que exclusivamente nos benefícios das aplicações de uma Tecnologia emergente.

De outra parte, as postagens dos participantes possibilitaram que se elencasse uma temática sobre aplicação da Nanotecnologia para organizar o terceiro encontro presencial do Ciclo de Debates e que se realizassem problematizações em duas páginas do *blog* para incitar os participantes a refletirem sobre possibilidades de impactos negativos das aplicações da Nanotecnologia. Ou seja, a partir da colaboração dos participantes, manifestada por meio das temáticas das postagens realizadas nos espaços sociais virtuais, surgiram situações significativas que corroboraram a ação dialógica e problematizadora.

3. Consciência Crítica Acerca das Relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Definiu-se consciência crítica das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade como aquela que compreende a não neutralidade da Ciência e da Tecnologia e as suas implicações. Tal atitude não só inclui os valores humanos e ambientais, além da eficiência técnica e dos valores econômicos, nas reflexões para tomada de decisões em situações marcadas por Ciência e Tecnologia, como também tende a problematizar a relação desenvolvimento Científico-Tecnológico e desenvolvimento humano.

Como já explicitado, levou-se a proposta do Ciclo de Debates ao grupo de participantes de forma aberta. Desse modo, os tópicos sobre a Nanotecnologia discutidos não foram elencados *a priori* pelo professor e, como consequência, as problematizações foram construídas e realizadas a partir da colaboração dos sujeitos envolvidos. Sendo assim, a análise dos dados produzidos ao longo do Ciclo de Debates permitiu verificar traços de uma consciência crítica acerca das relações entre Ciência Tecnologia e Sociedade em três frentes:

1. No reconhecimento dos impactos de uma Tecnologia a partir da apropriação de conhecimentos sistematizados;
2. Na percepção da não neutralidade da Ciência e da Tecnologia; e
3. Para além da eficiência técnica e dos valores econômicos.

Seguem-se comentários e análises sobre as três frentes:

a) Reconhecimento dos impactos de uma Tecnologia a partir da apropriação de conhecimentos sistematizados.

Trazer esclarecimentos sobre a escala nanométrica e sobre as propriedades das nanopartículas, já em consenso na comunidade científica, foi uma das estratégias utilizadas para conduzir os participantes a perceberem que as aplicações da Nanotecnologia também poderiam causar problemas à saúde e ao meio ambiente.

Estamos falando de uma partícula extremamente minúscula, altamente reativa que pode causar problemas irreversíveis na saúde humana. (Participante 13-CB) É algo novo, que estamos consumindo! Sem dúvida pode gerar problemas. Agora se pode ser solucionado eu não sei, porque a Tecnologia está avançada para reverter isso. Mas o que poderia reverter nanopartículas?! [...]
(Participante 01-CB)

É possível perceber, nos comentários apresentados, que o Participante 13 e o Participante 01 começam a se dar conta do quão pequeno é o mundo nano e que talvez problemas possam ser acarretados por nanopartículas. A clareza da escala nano, por parte dos participantes, começou a trazer novas dimensões para os problemas

que poderiam ou não vir a acontecer a partir da utilização da Nanotecnologia pela Sociedade em grande escala.

b) Percepção da não neutralidade da Ciência e da Tecnologia

A não neutralidade da Ciência e da Tecnologia foi outra questão perceptível no tratamento dos dados. A partir do entendimento de que a percepção desta neutralidade perpassa pela compreensão de que a materialização do desenvolvimento Científico e Tecnológico não ocorre em separado do contexto social, político e econômico que o envolve, destaca-se um o pequeno trecho de um diálogo entre os participantes:

Participante 05: Eu estava lendo o livro da biografia do Steve Jobs, da Apple. O celular da Apple não pode ser aberto não consegue e essa é uma ideia que ele diz no livro: as pessoas não sabem o que elas querem até que ele diga. Então essa é a ideia. Hoje outras empresas estão adotando esta ideia da Apple. Assim a Sociedade não fala, a Apple não faz o que a Sociedade quer, ela cria um produto e a Sociedade vai atrás (TG).

Participante 03: Até antes de criar a necessidade (TG).

Participante 05: É (TG).

Os fragmentos trazidos acima fazem parte de uma pequena discussão que girou em torno do fato de que inovações tecnológicas não têm sido desenvolvidas a partir das necessidades e desejos da Sociedade. O Participante 05 aborda o fato de que novas necessidades estão se constituindo a partir de modernos artefatos Tecnológicos, criados exatamente para esses fins, ou seja, criados para incitar outros desejos e outras necessidades e, conseqüentemente, abrir novos nichos de mercado, em nome de parâmetros capitalistas: crescimento econômico, aumento da produtividade e lucro. Nesse sentido, a Sociedade Contemporânea ou, nas palavras de Llosa (2013), a civilização do espetáculo, a qual tem como valores soberanos o entretenimento, a diversão e a fuga do tédio, tem caído facilmente nas garras dos predadores Tecnológicos, aceitando os novos artefatos sem perceber as transformações sociais advindas de uma apropriação acrítica ou sem uma reflexão profunda sobre essas transformações [33]. O comentário de Participante 02 ratifica tal ponderação:

Eu acho que é porque a Sociedade assim no geral, não está muito nesse âmbito de tentar controlar o que acontece dentro de um dispositivo, sei lá. Porque acho que a mente do cidadão está mais voltada ao consumismo e não no interesse de saber o que é que envolve aquele dispositivo ou coisa parecida. (Participante 02-TG).

c) Para além da eficiência técnica e dos valores econômicos

Um dos objetivos da formação proporcionada pela intervenção pedagógica era de ampliar o espectro de valores que balizam a tomada de decisões para além da hegemonia da eficiência técnica e dos valores econômicos. Neste ínterim dois comentários merecem destaque:

As principais preocupações com certeza têm que ser com o meio ambiente e principalmente com os seres vivos que residem nesse planeta. (Participante 08-CF) No segmento da indústria alimentícia, por exemplo, poder-se-ia considerar a nanofábrica, que no limite dispensaria a mão-de-obra especializada e uma grande infraestrutura, atualmente necessárias, mas que contasse com uma fonte química e uma fonte de energia capazes de produzir uma grande variedade de produtos. A aplicação das Nanotecnologias poderia implicar, por hipótese, a eliminação das fábricas e dos demais elos que compõem as cadeias de produção, uma vez que as matérias-primas poderiam ser transformadas diretamente de acordo com o produto final necessário. A eliminação de postos de trabalho poderia desencadear desemprego em cadeia, com agravamento de problemas sociais [...] (Participante 04-CF).

O comentário do Participante 08 fez uma referência mais direta e pontual à responsabilidade com a saúde e o meio ambiente. Já o comentário de Participante 04 incluiu a preocupação com a eliminação de postos de trabalhos e com o agravamento de problemas sociais decorrentes dessa eliminação, ou seja, ele sinalizou reconhecer que o desenvolvimento social não é consequência imediata do desenvolvimento Científico e Tecnológico e, igualmente, sinalizou a percepção do que a Tecnologia pode desfazê-lo.

4. Considerações Finais

Não resta dúvidas de que os Engenheiros que levantarem a bandeira da preocupação com os impactos sociais, com os seres vivos e com o meio ambiente – juntamente com o reconhecido poder de decisão que esses profissionais têm na Sociedade – poderão ser “a força valorativa que representará o futuro no presente” [29] Principalmente, se essa bandeira de preocupação for hasteada não somente por conta dos parâmetros oficiais de avaliação de qualidade de uma inovação tecnológica, marcados pela eficiência técnica e pelo slogan da sustentabilidade, muitas vezes usado apenas com caráter mercadológico, mas porque, verdadeiramente, esses profissionais têm tais preocupações como a razão maior de suas ações.

Todavia, destaca-se que a análise realizada também demonstrou o fato de a maioria dos estudantes envolvidos na intervenção pedagógica reconhecerem a possibilidade de impactos negativos de uma Tecnologia emergente, mas acreditarem que a solução poderá vir, inevitavelmente, com o avanço dos conhecimentos Científicos e, conseqüentemente, com o aprimoramento da Tecnologia em questão ou mesmo com o desenvolvimento de uma nova Tecnologia. Esse fato justifica a necessidade de se continuar a promover, em cursos de Engenharia, espaços que privilegiem reflexões críticas sobre os impactos da Ciência e da Tecnologia contemporânea na Sociedade bem como sobre a impossibilidade de se resolverem impactos negativos que venham a se configurar.

Quanto ao apoio dos espaços sociais da Web 2.0 junto a intervenções pedagógicas, estes associados a dispositivos móveis, como os smartphones, permitem um contato muito próximo com os indivíduos, o que, certamente, tem implicações positivas e negativas. Caberá a intelectuais públicos e transformadores [11] de todas as áreas do conhecimento, em especial, àqueles envolvidos com as Instituições de Ensino, a aproximação com os novos espaços que se configuram a partir da Web 2.0, para compreendê-los e utilizá-los a favor de uma Educação que confronte os valores humanos à lógica da eficácia científica e tecnológica, hegemônica em nossa Sociedade. Isso não significa se render aos modismos Tecnológicos, mas usar as TDIC a favor do desenvolvimento humano e do meio ambiente.

Contudo, para os educadores que desejam compreender a Cultura que se desenvolve na fase 2.0 da Cibercultura, com vistas a aproveitar os seus recursos em prol de transformações desejáveis e imperativas na Educação, é fundamental o apoio das Instituições de Ensino. Para que isso ocorra, cada vez mais, a Educação deve assumir o seu papel de mediadora na construção de conhecimento, reconhecer a necessidade de dialogar com os novos espaços da Internet que formam e informam a nova geração a fim de compreendê-los e, essencialmente, admitir que existe uma nova Cultura de comunicação e informação.

Entende-se, por fim, que um desafio que se coloca para a continuidade do presente estudo é a construção de instrumentos de pesquisa que permitam inferir, com mais precisão, aspectos sobre as reflexões realizadas pelos sujeitos a partir do conhecimento produzido nas postagens que chegam a eles pelas novas possibilidades proporcionadas pelos recursos dos espaços sociais que se desenvolvem em função da Web 2.0.

Referências

- [1] W.A. Bazzo, *De técnico e de humano: questões contemporâneas*. Florianópolis: UFSC, 2015.
- [2] R. Dagnino, *O Engenheiro e a Sociedade*. Florianópolis: Insular, 2013.
- [3] F. Rudiger, *As teorias da Cibercultura: perspectivas, questões e autores*. Porto Alegre: Sulina, 2011.
- [4] A. Primo, “O aspecto relacional das interações na Web 2.0”. In: H. Antoun (org). *Web 2.0: participação e vigilância na era da comunicação distribuída*. Rio de Janeiro: Manual X, 2008. 286. p. 101-122.
- [5] P. Anderson, “What is 2.0? Ideas, technologies and implications for education”. *JISC Technology Standards Watch*, 2007.
- [6] M. J. Barbero, *A comunicação na Educação*. São Paulo: Contexto, 2014.
- [7] W. L. P. dos Santos, D. Auler, *CTS e Educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

- [8] W. A. Bazzo, *Ciência, Tecnologia e Sociedade, e o contexto da Educação tecnológica*. 5 ed. Florianópolis: EDUFSC, 2011.
- [9] D. Auler, D. Delizoicov, “Alfabetização científica e tecnológica para quê?” *Pesquisa e Educação em Ciências*, v.3, n.1, p.1-13, jun. 2001
- [10] H. A. Giroux, *Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem*. Tradução: Daniel Bueno. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- [11] H. Giroux, “La pedagogía crítica en tiempos oscuros.” *Praxis Educativa*, n. 17/ 1 e 2, p 13-26, jan/dez 2013.
- [12] P. Freire, *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982.
- [13] D. Delizoicov, J. A. Angotti, M. M. Pernambuco, *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2011.
- [14] E. Bévort, M. L Belloni, “Mídia-Educação: conceitos, histórias e perspectivas”. *Educação e Sociedade*. Campinas, v.30, n. 109, p. 1081-1102, 2009.
- [15] H. L. Dreyfus, *A internet: uma crítica filosófica à Educação a distância e o mundo virtual*. 2 ed. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2012.
- [16] M. Castells, *Redes de indignação e esperança: movimentos sociais na era da internet*. Tradução: C.A. Medeiros. Rio de Janeiro: Zahar, 2013.
- [17] H. Jenkins, J. Green, S. Ford, *Cultura da Conexão: criando valor e significado por meio da mídia propagável*. São Paulo: Aleph, 2014.
- [18] M. L. S. Braga, “Comunicação e Educação: desafios da atualidade”. Florianópolis, *10a Jornatec – Jornada Catarinense de Tecnologia Educacional – Anais de Congresso*. Florianópolis; p.47-59, 2013.
- [19] A. Lapa, “Reflexões críticas sobre a formação em redes sociais.” In: J. Bergman y M. Grané, *La universidad en la nuven*. LMI, Col·lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius. Universidade de Barcelona. Barcelona, 2013.
- [20] E. Morin, “É preciso educar os educadores, 2013.” Disponível em: <<http://www.fronteras.com/entrevistas/entrevista-edgar-morin-e-preciso-educar-os-educadores>>. Acesso em: 16 fevereiro 2016.
- [21] A. Nóvoa, “Nada será como antes.” *Revista Pátio – Ensino Fundamental: o futuro da sala de aula*, Porto Alegre, n. 77, nov. 2014.
- [22] E. Santos, *Pesquisa – formação na Cibercultura*. Whitebooks, 2015.
- [23] G. Snyders. *A alegria na escola*. São Paulo: Manole, 1988.
- [24] B. Bensaude-Vicent, *As vertigens da Tecnociência: moldar o mundo átomo por átomo*. Tradução: J.L. Cazarotto, São Paulo: Idéias Letras, 2013.
- [25] C. M. Vest, “Context and challenge for twenty-first century engineering education – especial guest editorial”. *Journal of Engineering Education*, jul. 2008
- [26] M. A. C. Pinto, “Ciência, Tecnologia e Engenharia”. *Revista do BNDES* 32, dez. 2009.
- [27] H. Collins, T. Pinch, *O Golem: o que você deveria saber sobre Ciência*. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

- [28] W. A. Bazzo, I. V. Lisingem, L. T. do V. Pereira, *Educação tecnológica: enfoques para o ensino de Engenharia*. 2 ed. Florianópolis: UFSC, 2008.
- [29] H. Jonas, *O princípio responsabilidade*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2006.
- [30] K. Kelly, *Para onde nos leva a Tecnologia*. Tradução: F. A. Costa, Porto Alegre: Bookman, 2012.
- [31] N. Postman. *Tecnopólio: a rendição da Cultura à Tecnologia*. São Paulo: Nobel, 1994.
- [32] L dos S. Sant'anna, A.P. Ferreira, M.S.de Alencar, "M. Rota de risco da Nanotecnologia: uma visão geral". *Revista Uniandrade*, v. 13, n. 3, p.221-234, 2013.
- [33] V. M. Llosa, *A civilização do espetáculo: uma radiografia do nosso tempo e da nossa Cultura*. 1 ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2013.

