

Simone Leal Schwertl

**EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA  
EM CURSOS DE ENGENHARIA  
COM APOIO DOS ESPAÇOS SOCIAIS DA WEB 2.0**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do grau de Doutora em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Walter Antonio Bazzo

Coorientadora: Profa. Dra. Andrea Brandão Lapa

Florianópolis - SC  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Schwertl, Simone Leal

Educação científica e tecnológica em cursos de engenharia  
com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0 / Simone Leal  
Schwertl ; orientador, Walter Antonio Bazzo ;  
coorientadora, Andrea Brandão Lapa. - Florianópolis, SC,  
2016.

362 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas.  
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica.

Inclui referências

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. Educação científica  
e tecnológica. 3. Formação crítica como prática pedagógica. 4.  
Relação ciência, tecnologia e sociedade. 5. Educação na  
cibercultura. I. Bazzo, Walter Antonio. II. Lapa, Andrea  
Brandão . III. Universidade Federal de Santa Catarina.  
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica.  
IV. Título.

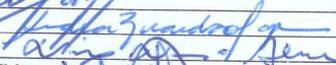
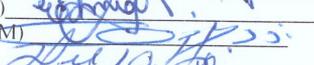
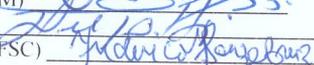
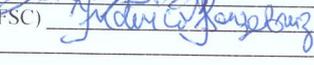
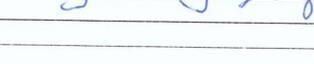


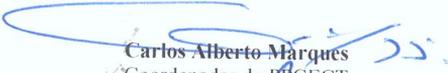
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CURSO DE DOUTORADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

“Educação Científica e Tecnológica em cursos de engenharia  
com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0”

Tese submetida ao Colegiado do Curso  
de Doutorado em Educação Científica  
e Tecnológica em cumprimento parcial  
para a obtenção do título de Doutor  
em Educação Científica e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 06 de maio de 2016

Walter Antonio Bazzo (Orientador - CTC/UFSC)   
Andrea Brandão Lapa (Co-orientadora - CED/UFSC)   
Nival Nunes de Almeida (Examinador - CTC/UERJ)   
Edmea Oliveira dos Santos (Examinadora - EDU/UERJ)   
Nancy Rosa Alba Niezwida (Examinadora - FAyD/UNaM)   
José André Peres Angotti (Examinador - CED/UFSC)   
Frederico Firmo de Souza Cruz (Examinador - CFM/UFSC)   
Demétrio Delizoicov Neto (Suplente - CED/UFSC)   
Viviane Clotilde da Silva (Suplente - CCEN/FURB) 

  
Carlos Alberto Marques  
Coordenador do PPGECT

  
Simone Leal Schwertl  
Florianópolis, Santa Catarina, 2016



“Desrespeitar a visão individual/particular de mundo é uma espécie de invasão cultural, ainda que feita com a melhor das intenções”.  
(FREIRE, 1982)



## AGRADECIMENTOS

A Deus, por mais esta oportunidade de estudo e reflexão que, indubitavelmente, proporcionou transformações em minha vida pessoal e profissional.

Ao orientador, Dr. Walter Antonio Bazzo, por sempre ter acreditado no meu trabalho, por não ter desistido de me orientar, apesar das inúmeras vezes em que subi as escadas até o Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica (NEPET), cheia de dúvidas e incertezas. Suas palavras de incentivo a minha autonomia foram fundamentais para a condução e finalização desta tese: “Essa tese é sua, seja a timoneira, acredite nas suas escolhas”.

À minha co-orientadora, Dra. Andrea Brandão Lapa, que enfrentou o desafio de conduzir uma professora já madura no árduo caminho de afastamento do objetivo pedagógico, principalmente para o delineamento do foco da pesquisa empírica.

Às colegas do NEPET, Luciana, Patrícia, Nancy e Mônica, pelas trocas e momentos de estudos, mas de forma especial a Paula, Fátima e Kátia, amigas quase que inseparáveis na caminhada do doutorado.

Aos colegas do grupo de pesquisa COMUNIC e do Núcleo UFSC da pesquisa Redes de Políticas Públicas e Educação (RPPE), a qual me concedeu uma bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por meio do Observatório da Educação. Em particular, à professora Nilza Gomes, pelos ensinamentos sobre a Mídia-Educação, e às colegas Vânia Koerich e Isabel Colucci, pelos preciosos momentos de estudos e discussões.

À CAPES pela bolsa de doutorado.

Aos colegas do PPGECT, Carol, Regiane, Livramento, Bê, Rafaela, André, Patrícia, Elizandro, Elisandra, Marilisa, Giovana, Zé, Mari, enfim, à turma de doutorandos 2012-1. Que os novos espaços sociais da Web 2.0 nos proporcionem novas formas de estar juntos, que nos ajudem a romper a distância territorial que nos separa.

Aos professores doutores Henrique Cesar da Silva, Demétrio Delizoicov, José Angotti, Frederico Firmo e José Francisco Custódio Filho, dos quais tive o privilégio de ser aluna nas disciplinas cursadas no PPGECT.

A Angela Maria Machado, secretária do PPGECT, sempre pronta e amável para atender as nossas dúvidas e solicitações.

Aos professores examinadores da tese na fase de qualificação e de defesa, pela disponibilidade e contribuições.

À FURB, instituição da qual tenho orgulho de fazer parte, pelo incentivo e liberação das atividades para cursar o doutorado. Tenho consciência do quão difícil é este tipo de liberação para a estrutura da nossa Universidade.

Aos alunos dos cursos de engenharia que se dispuseram a contribuir para esta pesquisa e aos professores da área tecnológica com os quais pude dividir a parceria em projetos de pesquisa e extensão, cujos objetivos apresentavam confluências com o objetivo geral desta tese.

À amiga e pedagoga do Centro de Ciências Tecnológicas (CCT/FURB) Cláudia Renate Ferreira, pelas conversas, pelo incentivo e pela parceria nas propostas de trabalho no âmbito do CCT.

A Marcilda Regina Cunha da Rosa, pela leitura e preciosas contribuições na revisão do texto desta tese.

Finalmente, agradeço às três luzes de minha vida: as minhas filhas Clara e Mariane, pela compreensão, pelo carinho, amor e companheirismo durante esses quatro anos, e ao meu marido, companheiro e amigo Dieter Schwertl, o meu mais profundo agradecimento. Sem o amor e apoio incansável deste homem, amor da minha vida, eu jamais teria chegado até aqui.

*Dedico este trabalho a Regina Elena Dolce, a  
Mariane, Clara e Dieter.*



## RESUMO

Nesta pesquisa, investiguei como promover, com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0, uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em cursos de engenharia. Parto do pressuposto de que os cursos de engenharia carecem de espaços que privilegiem discussões críticas sobre impactos negativos da ciência e da tecnologia na sociedade. Centrei a fundamentação teórica no Movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), na Alfabetização Científica e Tecnológica, na pedagogia da liberdade de Freire e na sua transposição para o ensino de ciências, na pedagogia crítica de Henry Giroux e em autores que discutem a cibercultura no contexto da educação. O estudo teórico possibilitou a organização do que designo de *fatores e circunstâncias* para promover uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0. Realizei a pesquisa empírica na FURB (Universidade Regional de Blumenau) junto aos alunos dos seis cursos de engenharia dessa instituição e a partir de dois ciclos de intervenção pedagógica: Ciclo I- Educação matemática nos espaços sociais da Web 2.0 e Ciclo II - Espaços sociais da Web 2.0 na Educação Tecnológica. Uma abordagem qualitativa, subsidiada pelos pressupostos da pesquisa-ação orientou a construção e a organização dos dados de análise. Os dados analisados se constituíram das postagens e comentários realizados em dois *blogs* coletivos e em dois grupos fechados do Facebook durante os ciclos I e II de intervenção pedagógica; das transcrições das gravações dos encontros presenciais do Ciclo II; e das respostas dos sujeitos de pesquisa a três questionários aplicados. A análise crítico-reflexiva realizada a partir dos dados produzidos ao longo da intervenção pedagógica permitiu identificar que os estudantes: passaram a perceber impactos da ciência e da tecnologia na sociedade e no meio ambiente a partir da apropriação de conhecimentos científicos já sistematizados; problematizaram a não neutralidade da ciência e da tecnologia; incluíram outros valores, para além da eficiência técnica e dos valores econômicos, na discussão de uma tecnologia emergente. Destaco, da análise realizada, o fato de os sujeitos reconhecerem a possibilidade de impactos negativos de uma tecnologia emergente, mas acreditarem que a solução poderá vir 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 e sobre a impossibilidade de se resolverem impactos negativos que venham a se configurar. Quanto ao apoio dos espaços sociais da Web 2.0, esses se constituíram – a partir da *confiança* que se fez *colaboração* - em outras formas de estar junto dos estudantes que, por sua vez, corroboraram reflexões críticas acerca das complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade para além do espaço presencial da intervenção pedagógica.

**Palavras-chave:** Formação crítica como prática pedagógica; Relação ciência, tecnologia e sociedade; Educação na cibercultura; Educação em engenharia.

## ABSTRACT

In this research, I investigated how to promote, with the support of the social spaces of Web 2.0, a critical education about the relationship between science, technology and society in engineering courses. From the assumption that engineering courses require spaces that emphasize critical discussion about negative impacts of science and technology in society. I centered the theoretical foundation in the STS movement (Science, Technology and Society), the Scientific and Technological Literacy, pedagogy of freedom of Freire and its transposition to the teaching of science, critical pedagogy Henry Giroux and authors who discuss cyberculture in the context of education. The theoretical study enabled the organization that I call *factors and circumstances* to promote a critical education about the relationship between Science, Technology and Society with the support of the social spaces of Web 2.0. I conducted empirical research on FURB (Regional University of Blumenau) to the students of the six kinds of engineering courses from this institution and from two cycles of pedagogical intervention: Cycle I- Mathematics Education in Social Spaces of Web 2.0 and Cycle II - Social Spaces of Web 2.0 in Technical Education. A qualitative approach, supported by research-action assumptions guided the construction and organization of data analysis. The data analyzed consisted of posts and comments made in two collective blogs and in two closed groups of Facebook during the Cycles I and II of Pedagogical Intervention; the transcripts of the recordings of Cycle II meetings; and the responses of research subjects to three questionnaires. The critical-reflexive analysis from the data produced during the pedagogical intervention identified students: come to realize impacts of science and technology on society and the environment from the appropriation of scientific knowledge already systematized; problematized the non-neutrality of Science and Technology; included other values, in addition to technical efficiency and economic values, the discussion of an emerging technology. It also highlights, of the analysis, the fact that the subjects recognize the possibility of negative impacts of an emerging technology, but believe that the solution may come with the advancement of scientific knowledge and, consequently, to the improvement of the technology in question or even the development of a new technology. This fact justifies the need to continue to promote, in engineering courses, spaces that emphasize critical reflections on the impact of science and technology in contemporary society and the inability to resolve negative impacts that may be configured. As for the

support of the social spaces of Web 2.0, they were constituted from the confidence that collaborated to other ways of being with students who, in turn corroborated critical reflections on the complex relationships between science, technology and society beyond the classroom space of pedagogical intervention.

**Keywords:** Critical Training as pedagogical practice; Relationship between Science, Technology and Society; Education cyberculture; Engineering education.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura da TESE .....	37
Figura 2 - Articulação entre os três campos de estudo .....	111
Figura 3 – <i>Fatores e circunstâncias</i> para promover, em cursos de engenharia e com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0, uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade .....	113
Figura 4 - Grupo fechado no Facebook – <i>Engenharia Primeiros Desafios</i> .....	128
Figura 5 - Exemplo de postagem no <i>blog</i> – <i>Desafios Engenharia</i> .....	130
Figura 6a - Postagem da professora/pesquisadora no grupo fechado do Facebook .....	135
Figura 7 - Resultado individual da qualidade da compreensão da relação entre ciência, tecnologia e sociedade dos participantes do Ciclo II da intervenção pedagógica .....	160
Figura 8 - Exemplo de marcadores no <i>blog</i> .....	165
Figura 9 - Resultado coletivo da qualidade da compreensão da relação entre ciência, tecnologia e sociedade dos participantes do Ciclo II da intervenção pedagógica .....	166
Figura 10a - Objetivo Fórum Intergovernamental sobre Segurança Química – Dakar, set. 2008 .....	177
Figura 10b - Recomendações do Fórum Intergovernamental sobre Segurança Química – Dakar, set. 2008 .....	178
Figura 11a - ANVISA e nanotecnologia (2013) .....	179
Figura 11b - Aplicação de nanotecnologia no Brasil .....	179
Figura 12 - Nanopartículas e riscos emergentes .....	180
Figura 13 - Página inicial do <i>blog</i> usado no Ciclo II da intervenção pedagógica .....	186
Figura 14 - Postagem realizada pela professora/pesquisadora – propriedades das nanopartículas – Ciclo II da intervenção pedagógica .....	190
Figura 15a - Postagem no grupo do Facebook – Ciclo II .....	199
Figura 15b <sub>1</sub> - Postagem no grupo do Facebook – Ciclo II .....	201
Figura 15b <sub>2</sub> - Comentários no Facebook – Ciclo II .....	202
Figura 15b <sub>3</sub> - Comentário no Facebook – Ciclo II .....	204
Figura 16a - Comentário do Facebook – Ciclo II .....	212
Figura 16b - Postagem no Face – Ciclo II .....	214
Figura 17a - Postagem no Facebook .....	215
Figura 17b - Comentários do Facebook – Ciclo II .....	214
Figura 18a - Postagem no Facebook – Ciclo II .....	217

Figura 19 - Resultados do questionário do Anexo VI.....	241
Figura 20 - Articulação entre as pesquisas realizadas a partir da intervenção pedagógica.....	264

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese de sete deformações relativas ao trabalho científico na imagem proporcionada pelo ensino de ciências .....	43
Quadro 2 - <i>Fatores e circunstâncias</i> para promover uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade .....	59
Quadro 3 - <i>Fatores e circunstâncias</i> para promover uma formação crítica como prática pedagógica .....	80
Quadro 4 – <i>Fatores e circunstâncias</i> que sinalizam possibilidades dos espaços sociais da Web 2.0 para educação na cibercultura .....	109
Quadro 5 - Por que os alunos não postaram no <i>blog – Desafios Engenharia</i> .....	133
Quadro 6 - Colaboração/Confiança para promover o diálogo tradutor Nos espaços sociais da Web 2.0 .....	139
Quadro 7 - Atividades I e II – Ciclo II – Primeiro encontro .....	152
Quadro 8 - Atividade III – Ciclo II – Primeiro encontro .....	155
Quadro 9 - Atividades IV e V – Ciclo II – Primeiro encontro .....	156
Quadro 10 – Síntese dos objetivos do questionário <i>Qualidade da relação entre ciência, tecnologia e sociedade</i> .....	158
Quadro 11 - Atividades I e II – Ciclo II – Terceiro encontro .....	169
Quadro 12 - Atividades III e IV – Ciclo II – Terceiro encontro .....	171
Quadro 13 - Lista de aplicações de nanotecnologia – Ciclo II .....	174
Quadro 14 - Perfil dos sujeitos da pesquisa – Ciclo II .....	184
Quadro 15 - Temáticas das postagens realizadas nos espaços sociais da Web 2.0 sobre a nanotecnologia – CICLO II da intervenção pedagógica .....	188
Quadro 16 - Contribuição do ciclo de debates para compreensão de temáticas sobre a nanotecnologia .....	192
Quadro 17 - <i>Consciência crítica</i> acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade .....	231



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AACCs	Atividades Acadêmicas Científico-Culturais
ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
AVAs	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CB	Comentário no <i>Blog</i>
CCT	Centro de Ciências Tecnológicas
CES	Câmara de Educação Superior
CF	Comentário no Facebook
CNE	Conselho nacional de Educação
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COBENGE	Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
COCTS	Cuestionário de Opiniões sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade
COMUNIC	Mídia-Educação e Comunicação Educacional
CPTC	Sistema Conceitual do Conhecimento Tecnológico de Conteúdo
CT	Ciência e Tecnologia
CTS	Ciência-Tecnologia-Sociedade
CTSA	Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
ECT	Educação Científica e Tecnológica
FACAM	Faculdades de Campinas
FC	<i>Fatores e circunstâncias</i>
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
FURB	Universidade Regional de Blumenau
IE	Instituição de Ensino
IES	Instituições de Ensino Superior
LDB	Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MCTI	Ministérios da Ciência, Tecnologia e Inovação
MEC	Ministério da Educação

NEPET	Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica
NUCTEC	Núcleo de Ciência e Tecnologia
OBEDUC	Observatório de Educação
OEI	Organização dos Estados Ibero-Americanos
PROMOVE	Programa de Mobilização e Valorização das Engenharias
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PPGECT	Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica
RENANOSSOMA	Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente
RELANS	Rede Latinoamericana de Nanotecnologia e Sociedade
RPPE	Redes de Políticas Públicas e Educação
RQ	Resposta de Questionário
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação
TG	Tradução de Gravação
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
USP	Universidade de São Paulo
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UPC	Universidade Politécnica de Cataluña
WWW	<i>World Wide Web</i>

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>25</b>
DAS REFLEXÕES E INQUIETAÇÕES AO OBJETIVO DE INVESTIGAÇÃO.....	31
ESTRUTURA DA TESE.....	36
<b>CAPÍTULO I - EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA: POR ONDE COMEÇAR?</b> .....	<b>41</b>
1.1 A PERSPECTIVA CRÍTICA DO MOVIMENTO CTS .....	43
1.2 A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA.....	51
1.2.1 ACT reducionista e ACT ampliada.....	52
1.2.2 ACT: postulações de Gerard Fourez .....	55
1.3 SÍNTESE DAS CONTRIBUIÇÕES DO MOVIMENTO CTS E DA ACT.....	59
<b>CAPÍTULO II - FORMAÇÃO CRÍTICA COMO PRÁTICA PEDAGÓGICA</b> .....	<b>61</b>
2.1 PILARES DA PEDAGOGIA DA LIBERDADE DE PAULO FREIRE.....	62
2.1.1 Um olhar para a metodologia de alfabetização de Paulo Freire .....	68
2.2 POSTULAÇÕES DA PEDAGOGIA CRÍTICA DE HENRY GIROUX.....	74
2.3 CONTRIBUIÇÕES DA PEDAGOGIA FREIRIANA E DA PEDAGOGIA CRÍTICA.....	79
<b>CAPÍTULO III - EDUCAÇÃO NA CIBERCULTURA</b> .....	<b>83</b>
3.1 CIBERCULTURA: UM TEMPO DE TRANSFORMAÇÕES? 83	
3.2 A WEB 2.0 NA PERSPECTIVA DA MÍDIA-EDUCAÇÃO....	88
3.2.1 A passagem da Web 1.0 para a Web 2.0.....	90
3.2.2 Perspectivas pedagógicas a partir da Web 2.0.....	97
3.2.3 A inclusão digital do professor na Web 2.0 e seus desafios .....	102
3.3 A WEB 2.0 COMO ESPAÇO DE POSSIBILIDADE PARA EDUCAÇÃO NA CIBERCULTURA.....	108
<b>CAPÍTULO IV - FATORES E CIRCUNSTÂNCIAS PARA PROMOVER, EM CURSOS DE ENGENHARIA E COM O APOIO DA WEB 2.0, A FORMAÇÃO CRÍTICA ACERCA DAS</b>	

<b>RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE.....</b>	<b>111</b>
4.1 TECNOLOGIAS EMERGENTES COMO TEMA PARA PROBLEMATIZAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE EM CURSOS DE ENGENHARIA.....	116
<b>CAPÍTULO V - UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA: CICLO I.....</b>	<b>125</b>
5.1 INTERVENÇÃO EXPLORATÓRIA: EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NOS ESPAÇOS SOCIAIS DA WEB 2.0.....	126
5.2 UMA PESQUISA PRELIMINAR .....	130
<b>5.2.1 Apropriação pelos estudantes dos espaços sociais da Web 2.0 para discussão sobre tópicos de Matemática Básica.....</b>	<b>131</b>
<b>5.2.2 O diálogo tradutor nos espaços sociais da Web 2.0 – desafios e possibilidades.....</b>	<b>134</b>
5.3 ENCAMINHAMENTOS PARA O CICLO II .....	141
<b>CAPÍTULO VI - UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA: CICLO II.....</b>	<b>145</b>
6.1 OS ESPAÇOS SOCIAIS DA WEB 2.0 NA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA.....	145
6.2 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES .....	151
<b>6.2.1 O primeiro encontro – Ciclo II.....</b>	<b>152</b>
<b>6.2.2 O Segundo encontro – Ciclo II.....</b>	<b>161</b>
<b>6.2.3 O terceiro encontro – Ciclo II .....</b>	<b>167</b>
<b>6.2.4 O quarto encontro – Ciclo II.....</b>	<b>173</b>
<b>6.2.5 O quinto encontro – Ciclo II.....</b>	<b>176</b>
<b>CAPÍTULO VII - A PESQUISA A PARTIR DO CICLO II DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA .....</b>	<b>183</b>
7.1 DIÁLOGO TRADUTOR COM APOIO DOS ESPAÇOS SOCIAIS DA WEB 2.0.....	185
<b>7.1.1 Diálogo tradutor por meio de postagens? .....</b>	<b>186</b>
<b>7.1.2 A colaboração/confiança expressa pela socialização de conhecimentos e pontos de vista nos espaços sociais da Web 2.0.....</b>	<b>196</b>
7.1.2.1 Contexto A – Postagens.....	198
7.1.2.2 Contexto B – Necessidades concretas de ampliação do tempo presencial .....	205

7.2 A BUSCA POR UMA CONSCIÊNCIA CRÍTICA ACERCA DAS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE.....	219
<b>7.2.1 A <i>consciência primeira</i> dos sujeitos e os obstáculos para a constituição de uma consciência mais crítica .....</b>	<b>220</b>
<b>7.2.2 Traços de uma <i>consciência crítica</i> acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade .....</b>	<b>231</b>
7.2.2.1 O reconhecimento dos impactos de uma tecnologia a partir da apropriação de conhecimentos sistematizados.....	232
7.2.2.2 A percepção da não neutralidade da ciência e da tecnologia.....	236
7.2.2.3 Para além da eficiência técnica e dos valores econômicos.....	246
 <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>257</b>
 <b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>269</b>
 <b>APÊNDICES.....</b>	<b>283</b>
APÊNDICE I .....	283
APÊNDICE II .....	285
APÊNDICE III.....	286
APÊNDICE IV .....	287
 <b>ANEXOS .....</b>	<b>327</b>
ANEXO I - QUESTIONÁRIO A – CICLO I.....	327
ANEXO II - QUESTIONÁRIO B – CICLO I.....	329
ANEXO III - POSTAGENS DOS ALUNOS NO FACEBOOK PEDINDO AJUDA - CICLO I.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
ANEXO IV - PRIMEIRA POSTAGEM NO <i>BLOG</i> – CICLO II..	333
ANEXO V - SEGUNDA POSTAGEM NO <i>BLOG</i> - CICLO II....	334
ANEXO VI - QUESTIONÁRIO DE RESPOSTA ÚNICA USADO COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO - <i>QUALIDADE DA RELAÇÃO ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE</i> (ADAPTADO DE NIEZWIDA, 2012).....	335
ANEXO VII - ORGANIZAÇÃO DA PONTUAÇÃO OBTIDA PELAS RESPOSTAS DOS 17 PARTICIPANTES QUE RESPONDERAM AO QUESTIONÁRIO DO ANEXO III NO PRIMEIRO ENCONTRO DO CICLO I.....	345
ANEXO VIII - QUESTIONÁRIO C – AVALIAÇÃO DO CICLO DE DEBATES – CICLO II.....	347

ANEXO IX - PÁGINA DO <i>BLOG</i> : COLABORAÇÃO – INDAGAÇÃO 1 – CICLO II .....	354
ANEXO X - PÁGINA DO <i>BLOG</i> : COLABORAÇÃO – INDAGAÇÃO 2.....	355
ANEXO XI - PÁGINA DO <i>BLOG</i> : COLABORAÇÃO – INDAGAÇÃO 3 – CICLO II .....	356
ANEXO XII - PÁGINA DO <i>BLOG</i> : COLABORAÇÃO – INDAGAÇÃO 4 – CICLO II .....	357
ANEXO XIII - CONJUNTO DE COMENTÁRIOS GERADOS PELA POSTAGEM DA FIGURA 18A – CICLO II.....	358

## INTRODUÇÃO

A motivação para o presente estudo surgiu dos desafios enfrentados em minha trajetória enquanto docente em cursos de engenharia na Universidade Regional de Blumenau (FURB) e da aproximação efetiva aos estudos Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Isso conduziu ao entendimento de que é responsabilidade de todo professor da área tecnológica contribuir para que os estudantes (futuros engenheiros) não só tenham o domínio de conceitos específicos extremamente relevantes para sua formação, mas também sejam capazes de refletir, discutir e tecer avaliações sobre questões políticas, sociais, econômicas e ambientais enfrentadas pelo mundo contemporâneo e tomem consciência de que essas questões estão imbricadas nos avanços da ciência e da tecnologia.

Nessa caminhada, as colocações de Bazzo (1998, 2011) têm significativa relevância, visto que esse autor, já nos anos de 1990, apontava que as escolas de engenharia deveriam assumir a responsabilidade de estimular nos jovens a vocação para estudos de ciência e tecnologia, com ênfase no juízo crítico, na análise reflexiva e nas relações sociais.

Na sociedade contemporânea, no modelo de produção hegemônico, há o consenso de que engenheiros e tecnólogos desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de qualquer país, uma vez que esses profissionais estão geralmente associados aos processos de melhoria contínua de produtos e de produção, à gestão do processo produtivo e às atividades de inovação, pesquisa e desenvolvimento das empresas. Segundo a Federação Interestadual de Sindicatos de Engenharia (FISENGE), “[...] o engenheiro é o elemento-chave no processo de condução das inovações tecnológicas aos setores econômicos da sociedade, além de também ser ele o responsável pelas formas como os novos conhecimentos são difundidos e apropriados pelo aparelho produtivo” (OLIVEIRA, 2007, p. 7).

Nessa rota, no Brasil, em tempos de pré-sal, de país sede da última copa do mundo e das próximas olimpíadas, e diante dos desafios da crise econômica nacional mundial, é perceptível a ascensão de um forte movimento em busca de engenheiros e que o investimento na formação científica e tecnológica ganha destaque entre as prioridades nacionais.

Neste contexto, um exemplo expressivo é o programa *Ciências sem Fronteiras* que, por meio da oferta de bolsas de estudos, tem oportunizado que alunos de graduação e pós-graduação façam estágio

no exterior com a finalidade de manter contato com sistemas educacionais competitivos em relação à tecnologia e inovação. O programa é resultado de esforço conjunto do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e do Ministério da Educação (MEC), subsidiados por suas respectivas instituições de fomento, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), bem como pelas Secretarias de Ensino Superior e de Ensino Tecnológico do MEC. O *Ciências sem Fronteiras* tem como uma de suas metas promover a consolidação, a expansão e a internacionalização da ciência e tecnologia, da inovação e da competitividade brasileira por meio do intercâmbio e da mobilidade internacional.

O *status* dado à inovação técnico-produtiva é resultado da supervalorização dos potenciais criadores para fazer frente à concorrência global. Intimamente relacionada ao processo de conhecimento, tal inovação assume o papel de componente mais importante na área de negócios e delinea, em países em desenvolvimento, uma busca por mecanismos para adequar as agendas às demandas do desenvolvimento científico e tecnológico (SANTOS, 2004).

Outro aspecto a ser considerado é que, neste século XXI, praticamente tudo que cerca a sociedade é, direta ou indiretamente, produto da ciência e da tecnologia. Em outras palavras, a magnitude dos riscos e impactos associados à utilização de artefatos tecnocientíficos exige que os jovens que optam por carreiras da área tecnológica tenham, além de conhecimentos técnicos e científicos, formação que corrobore o discernimento crítico e que os conduza a reflexões sobre as repercussões de suas criações na sociedade e, sobretudo, que os valores humanos façam frente tanto à eficiência técnica quanto aos valores econômicos hegemônicos. Isso porque a inovação tecnológica emerge de um processo social muito complexo, cujos elementos fundamentais são as escolhas ou decisões humanas, e muitas repercussões socioambientais da tecnologia resultam da pouca atenção dada ao caráter social da tecnologia contemporânea e ao processo de seu desenho e desenvolvimento (CARLETTO, 2009).

No caso específico dos cursos de engenharia, é possível observar que os documentos que norteiam atualmente a organização desses cursos, a exemplo da Resolução do Conselho nacional de Educação e da Câmara de Educação Superior (CNE/CES) 11/2002, ainda em vigor, apresentam orientações para que o ensino de engenharia vá além da tradição exclusivamente técnica e fortemente associada aos

conhecimentos aplicáveis. Mas isso não foi sempre assim. Antes da CNE/CES 11/2002, os cursos de graduação em engenharia seguiam as orientações da Resolução 48/76, de 27 de abril de 1976, do Conselho Federal de Educação, revogada pela Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabeleceu, desde então, as novas Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB).

Predominantemente impositiva, a Resolução 48/76 definia as áreas de habilitação e fixava os mínimos de conteúdos e de duração do curso de graduação em engenharia. Tais aspectos muitas vezes atuavam como inibidores de iniciativas transformadoras e acabavam por causar um engessamento dos cursos que, para obterem o credenciamento, tinham que se adequar rigidamente à legislação. Além disso, a resolução revogada não definia um perfil desejado para o egresso. Assumia-se que a qualidade de formação e o perfil do engenheiro requerido pela sociedade da época estariam garantidos pela fixação dos conteúdos mínimos (PINTO *et al.*, 2003).

Em 09 de abril de 2002, foi publicada, no Diário Oficial, a Resolução CNE/CES 11/2002, que estabeleceu as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia cuja elaboração contou com a colaboração e participação de um grande número de Instituições de Ensino Superior (IES), instituições profissionais e outras entidades interessadas no ensino de graduação. Esse exercício democrático foi organizado pelo MEC, por intermédio do Edital 04/97<sup>1</sup>, e por convocatórias do Conselho Nacional de Educação (CNE), por meio do Parecer 776/97<sup>2</sup>.

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia trouxeram importantes avanços quanto à concepção de currículos de engenharia. Comparada à Resolução 48/76, a CNE/CES 11/2002 apresenta diferenças significativas. Uma delas é que não são mais fixadas áreas, modalidades ou habilitações de Engenharia, de forma a dar mais liberdade para as IES na proposição de seus cursos. Além disso, a flexibilidade curricular foi assegurada com a extinção do currículo mínimo e com estímulo à participação dos alunos em atividades complementares, tais como trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas técnicas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas

---

<sup>1</sup> <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/e04.pdf> - acesso em 23-07-2014

<sup>2</sup> <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES0776.pdf> - acesso em 23-07-2014

juniores e outras atividades empreendedoras, participação em programas acadêmicos, como, por exemplo, o Programa de Educação Tutorial (PET) e o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), e participação em atividades científicas, culturais, políticas e sociais.

A CNE/CES 11/2002, além da flexibilidade curricular, demarca sua preocupação com a formação crítica e reflexiva do engenheiro, bem como com a incorporação de aspectos sociais, políticos, ambientais e humanísticos aos currículos o que pode ser verificado no perfil definido para os egressos dos cursos de engenharia, expresso em seu Artigo 3<sup>o</sup>:

O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e cultural, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

No âmbito das IES, as orientações das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia desencadearam uma mobilização para adequação à nova legislação. Com a Resolução CNE/CES 11/2002, o Projeto Político-Pedagógico passou a ser uma exigência dos cursos de graduação e sua construção deve evidenciar, de forma pontual, como o conjunto de atividades acadêmicas elencadas subsidia a formação do engenheiro, tendo como foco o perfil desenhado por cada curso.

No cenário de mobilização das Instituições de Ensino Superior, cabe destacar as discussões promovidas em 2002 pelo VIII Encontro de Educação para Engenharia, realizado em Minas Gerais, ocasião em que o engenheiro foi definido como intelectual capaz de exercer a engenharia com competência técnica e responsabilidade social e política<sup>3</sup>. O Encontro mencionado, do qual tenho participado assiduamente desde 2004, passou, ao longo dos anos, a ser chamado de

---

<sup>3</sup> A definição apresentada está documentada na CARTA DE JUIZ DE FORA – Anais do VIII Encontro de Educação para Engenharia, realizado em Juiz de Fora, Minas Gerais, 2002.

COBENGE (Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia) e, em suas edições anuais, tem se constituído como o maior fórum de discussão sobre o ensino de engenharia no Brasil.

No caso específico da Universidade Regional de Blumenau, instituição onde leciono, os gestores do Centro de Ciências Tecnológicas (CCT) promoveram um trabalho didático-pedagógico que reuniu professores de todas as áreas que atuavam nos cursos de engenharia. O objetivo de tal trabalho, iniciado em 2001, além das atividades de cunho didático-pedagógico, era efetivar aproximações dos docentes com as orientações da resolução CNE/CES 11/ 2002 e com as discussões promovidas pelos COBENGEs.

Entre as ações do CCT, a palestra “Os desafios para o ensino tecnológico: questões para refletir” e o minicurso “Educação Tecnológica: questões contemporâneas”, ministrados pelos professores/engenheiros Walter Antonio Bazzo e Luiz Teixeira do Vale Pereira, ambos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), tiveram relevância na proposição desta tese. Fui apresentada aos estudos CTS nesse momento e, a partir de então, comecei a perceber outras dimensões das responsabilidades dos professores da área tecnológica, independentemente da formação específica.

A participação nas formações ofertadas pelo CCT e nas várias edições do COBENGE, bem como o engajamento nos trabalhos direcionados à renovação dos cursos de engenharia da FURB, conduziram à compreensão de que a elaboração de currículos que contemplem as necessidades de formação do engenheiro contemporâneo é uma tarefa desafiadora e não se limita à discussão e adaptação de conhecimentos científicos e tecnológicos extremamente importantes para o futuro engenheiro.

Nessa rota, uma aproximação efetiva ao campo de estudos CTS, por meio da participação na disciplina “CTS – Questões Contemporâneas”, ministrada pelo professor Walter Antonio Bazzo, conduziu a estudos e reflexões que trouxeram a certeza de que a renovação dos cursos de engenharia requer de todos os professores da área tecnológica a percepção da relevância de os alunos desenvolverem reflexões críticas acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Tal posicionamento advém, então, do reconhecimento de que a responsabilidade de todo professor da área tecnológica perpassa, também, a contribuição para que, ao longo de sua formação, os estudantes reflitam sobre 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 e problematizem esse fato.

Mais do que um desafio, defendo que encontrar caminhos para concretizar a tarefa que se coloca aos professores da área tecnológica se torna imperativo no contexto do crescimento atual da educação superior e das tendências crescentes de desenvolvimento do país, onde a demanda por mão-de-obra qualificada em áreas como a engenharia ascende e recebe incentivo de políticas públicas.

Ressalto, igualmente, que a vivência no contexto do ensino de engenharia e o engajamento a esse contexto conduziram, também, ao entendimento de que a execução da tarefa e da responsabilidade que se impõe aos professores da área tecnológica e o seu alcance perpassam pela superação de obstáculos epistemológicos, pedagógicos e estruturais.

No entendimento de Bazzo (2011), a educação tecnológica, no âmbito universitário, e em particular nas carreiras de engenharia, ainda se encontra muito ligada a enfoques eminentemente técnicos, e o conhecimento é apresentado de forma acrítica. Pouco ou quase nenhum espaço é reservado para discussões sobre as influências recíprocas entre as trocas sociais e os desenvolvimentos científicos e tecnológicos. Além disso, segundo esse autor, é necessário encontrar formas para que a ciência e a tecnologia não sejam abordadas simplesmente como dignas de aprendizado mecanicista, mas que passem por profundas análises, pelas pessoas que a utilizarão, de suas consequências e repercussões.

Bazzo (2011) defende que os professores precisam convidar os estudantes de engenharia a refletir e a discutir sobre o que eles estão fazendo durante sua formação dentro da universidade e, especialmente, sobre aquilo que deverão e poderão fazer posteriormente na sociedade. Para o autor, essa é a maior responsabilidade que se apresenta às escolas de engenharia. Nessa vertente, pontua a urgente necessidade de não se confundir desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano. Enfatiza o despropósito do primeiro ao não objetivar o segundo, bem como a necessidade indispensável de se conhecer os meandros do funcionamento do capitalismo para o entendimento das razões, intenções e usos do desenvolvimento tecnológico.

De outra parte, Dagnino (2013) pontua a existência de um sentimento comum de que algo vai mal com a formação do engenheiro. Igualmente, pontua que críticas pautadas na concentração dos currículos de aspectos técnicos, em detrimento de aspectos políticos e sociais, sinalizam a necessidade de repensar o processo de formação nas engenharias. A separação e a supervalorização do técnico estariam

levando engenheiros e engenheiras a atuarem de forma limitada e, principalmente, alienada, diante da complexidade das relações entre ciência, tecnologia e sociedade (DAGNINO, 2013).

Na compreensão de Dagnino (2013), a inadequação dos cursos de engenharia está mais relacionada a uma determinada visão de mundo do que a uma simples atualização necessária para os novos tempos. Para que o engenheiro possa contribuir para a construção de uma sociedade alternativa, baseada em outros valores, interesse e atores, será necessária uma profunda reflexão sobre a não neutralidade da tecnociência e a relação que esta tem com as forças que estruturam a sociedade.

Bazzo e Dagnino, ambos engenheiros, são autores do campo dos estudos CTS e, apesar de apresentarem algumas concepções divergentes, sinalizam fragilidades no ensino de engenharia no que concerne à compreensão das complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

As reflexões advindas de autores, a exemplo de Bazzo e Dagnino, que discutem fragilidades dos cursos de engenharia, juntamente com a experiência de atuação docente em cursos de engenharia na FURB, desde 2002, acompanhando os processos de renovação dos cursos de engenharia, bem como as discussões proporcionadas pelos COBENGES, desde 2004, conduziram a uma constatação: constituição de espaços que corroborem a formação crítica acerca dos avanços da ciência e da tecnologia na sociedade, em cursos de engenharia, mesmo diante da flexibilidade e das orientações sinalizadas pelas Diretrizes Curriculares, ainda se constitui num desafio para as IES.

## DAS REFLEXÕES E INQUIETAÇÕES AO OBJETIVO DE INVESTIGAÇÃO

O meu caminho de inserção no ensino tecnológico, além da conscientização da problemática sinalizada nos cursos de engenharia, ou seja, *da necessidade de ampliação de espaços que promovam uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade*, trouxe o desejo de contribuir. E foi esse sentimento que me trouxe até aqui. Todavia, esse desejo de contribuir esteve sempre permeado por inquietações e/ou curiosidades específicas que me acompanharam durante todo o desenvolvimento desta tese.

Algumas inquietações se referem a minha formação como docente de Matemática e à relevância que esta área tem nos cursos de engenharia. Nesse contexto, as preocupações estiveram em torno dos seguintes questionamentos: Que desafios um docente da área da

matemática enfrentaria na proposição da ampliação de espaços, com vistas a contribuir para uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em cursos de engenharia? Como seria visto esse tipo de ação em um curso de engenharia? Que expectativas iniciais teriam os docentes/engenheiros e os futuros engenheiros acerca dessa ação quando coordenada por um docente da área da matemática?

Esses questionamentos têm como pano de fundo o pressuposto de que qualquer ação advinda de um professor de matemática, especialmente em um curso de engenharia, necessita mostrar a contribuição da matemática para o contexto ao qual a ação se destina e que um caminho para ampliação de espaços com vistas a uma formação crítica, em cursos de engenharia, pode ser aberto por um docente da área da matemática, desde que esse docente demonstre a contribuição desse tipo de espaço, também, como mais um espaço para o ensino e a aprendizagem da matemática.

A trajetória nos cursos de engenharia descrita anteriormente permite inferir que a matemática, nos cursos de engenharia, tem, pelo menos, duas facetas bem definidas. Por um lado, a matemática é um grande problema nos cursos de engenharia. Altos índices de reprovações e desistências nas primeiras fases dos cursos de engenharia são, em sua maioria, advindos de problemas específicos de ensino-aprendizagem da matemática, principalmente no que se refere às questões mais abstratas e de ordem cognitiva. Além disso, a dificuldade de aprendizagem da matemática no ensino médio é apontada como uma das fortes razões do afastamento dos jovens da engenharia (INOVA, 2006). De outra parte, a matemática, uma ciência de linguagem universal, é tida como poderosa e de grande aplicação para o desenvolvimento científico e tecnológico, o que faz com que essa área seja tomada e reconhecida como pré-requisito fundamental e valioso para uma formação de qualidade nos cursos de engenharia.

Sendo assim, o que pontuo é que a matemática, pela reconhecida importância que tem nos cursos de engenharia, pode ser usada para impulsionar a constituição de novos espaços para a formação aqui defendida. Nesse sentido um professor dessa área estar à frente desse tipo de formação, pode ser um diferencial significativo para a consolidação da ampliação de espaços de formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em cursos de engenharia. Isso porque esses novos espaços poderão ser reconhecidos como mais uma oportunidade para ensinar e aprender matemática.

É importante ressaltar que a matemática não será o centro ou foco principal da formação que pretendo promover, mas a matemática terá,

inevitavelmente, seu espaço e sua contribuição para o empoderamento do cidadão futuro engenheiro no que concerne à compreensão das imbricadas relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Porém, a dúvida sobre o aceite da proposta de uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, conduzida por um docente da área da matemática, tanto pelos alunos como pelos professores dos cursos de engenharia, sempre me acompanhou durante todo o processo desta pesquisa e justifica, ao menos em parte, as decisões tomadas nesta caminhada.

Outra inquietação, expressa em parte no título desta tese, perpassa pela seguinte questão: como ampliar os espaços de formação crítica nos cursos de engenharia? Nesse sentido, uma rota para ousar e experimentar novas possibilidades que vão além da organização curricular pautada por disciplinas encontra abertura e possibilidades reais na flexibilidade curricular sinalizada pela Resolução CNE/CES 11/2002 e já discutida no presente texto. Algumas ideias rondavam meus pensamentos. Talvez um clube de engenharia ou uma sala de debates sobre questões contemporâneas. Enfim estava em busca de novas possibilidades de experimentação e reflexão.

Além disso, sou mobilizada por uma curiosidade sobre espaços sociais da Web 2.0 (redes sociais virtuais, *blogs*, *Twitter*, *Youtube*), espaços que têm se configurado como novo *habitat* da nação jovem da sociedade contemporânea; uma sociedade em rede<sup>4</sup> (CASTELLS, 2013), inserida na cibercultura, de onde emerge uma nova forma de comunicação, com vistas a contribuir para novas dimensões dos tempos e dos espaços de ensino-aprendizagem. A curiosidade perpassa, então, por dois aspectos: (i) pela compreensão da necessidade de aproximação

---

<sup>4</sup> Sobre os fundamentos do *informacionalismo*\*, Castells (2001) cunha o termo sociedade em rede, entendida como uma estrutura social emergente que se expande pelo planeta e é formada por redes de informação movidas pelas novas tecnologias da informação. Castells defende que as tecnologias de informação do tempo atual possuem uma relevância histórica ainda maior do que, por exemplo, a invenção da imprensa, e justifica apresentando três características distintas: (i) velocidade autoexpansível de processamento de informação em termos de volume, complexidade e velocidade; (ii) habilidade de conectar tudo a todos os lugares e de permanentes novas combinações; e (iii) flexibilidade em termos de distribuição do poder de processamento em vários contextos e aplicações.

\**informacionalismo*: “um paradigma tecnológico baseado no aumento da capacidade humana no processo da informação em torno das revoluções gêmeas na microeletrônica e engenharia genética”. (CASTELLS, 2001, p.141)

de uma nova forma de comunicação vivenciada hoje pelos jovens na contemporaneidade, ou ainda, pela possibilidade de encontrar novas formas de interagir com os estudantes universitários, em sua maioria, nativos digitais; e (ii) pelo anseio de explorar os novos espaços sociais que se configuraram a partir da Web 2.0, em busca de novas rotas para a formação desejada.

De acordo com estudos sobre educação, comunicação e cultura (PRETTO, 2005, 2013; LAPA e BELLONI, 2010; BARTOLOMÉ E GRANÉ, 2013; FANTIN e RIVOLTELLA, 2012; BARBERO, 2004, 2014; ALONSO, 2013), o indivíduo está diante de outra cultura, onde a relação de construção do conhecimento sofreu modificações significativas que se fundamentam, inegavelmente, nos novos recursos das Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDIC)<sup>5</sup>. As pessoas pensam, interagem e, conseqüentemente, aprendem de maneira diferente.

Quanto à discussão sobre as TDIC, é oportuno mencionar os escritos de Rüdiger (2011), especificamente as três linhas de pensamento por ele identificadas na cibercultura. Uma delas diz respeito aos conservadores midiáticos que se negam a experimentar as novas tecnologias e, por consequência, “demonizam” as novas práticas que se desenham nos processos comunicacionais contemporâneos, os chamados *tecnófobos*. De outra parte, há os *tecnófilos*, pessoas que “vêm (*sic*) somente o que as tecnologias podem fazer, mas não conseguem imaginar o que elas irão desfazer” (POSTMAN, 1994, p.1). Por fim, Rüdiger (2011) descreve os *ciber criticistas* como aqueles que buscam identificar potencialidades, problemas e desafios que os sujeitos sociais enfrentam na atualidade diante da popularização das TDIC e que, por sua vez, assumem uma posição crítica no que concerne aos novos aspectos que delas procedem.

Dessa forma, ao demarcar e assumir uma postura ciber criticista, entendo como relevante que as Instituições de Ensino abram oportunidades para que os recursos disponíveis na Web 2.0 possam ser compreendidos e utilizados com critérios bem definidos, a fim de que os professores possam encontrar rotas para enfrentar os novos desafios que se colocam para a educação na cibercultura, o que pode ser realizado por meio de uma integração crítica das TDIC no contexto educacional.

---

<sup>5</sup> As Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDIC) diferem das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no sentido de compreenderem a junção de diferentes mídias com a presença de tecnologias digitais (TEIXEIRA, 2014, p. 27). Nesta tese, adotei o termo TDIC.

Entendo, ainda, que não se deva pensar em exclusão de processos e metodologias, mas na perspectiva de inclusão de novos recursos, não só para melhorar o que já se tem feito, mas, principalmente, para descobrir novos caminhos.

Ressalto que a oportunidade de aprofundamento teórico, acompanhado de discussões e reflexões coletivas sobre a inserção das TDIC em práticas pedagógicas, surgiu inicialmente ao cursar a disciplina intitulada Educação Mediada por Tecnologia (EMT), ofertada pelo curso de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT/UFSC). Um dos focos da referida disciplina é contextualizar o compromisso da educação com as novas tecnologias da informação e comunicação e a modificação das culturas em coexistência com essas novas tecnologias, além de apresentar e analisar as contribuições das TDIC para a educação científica e tecnológica formal e não formal.

De outra parte, a aproximação com os professores que ministravam a disciplina EMT permitiu minha aproximação com o grupo de pesquisa COMUNIC<sup>6</sup> e possibilitou a participação como bolsista CAPES no projeto de pesquisa “*Educação e Tecnologia: investigando o potencial das redes sociais virtuais para a formação do sujeito e a produção coletiva do conhecimento*”<sup>7</sup>. Os estudos realizados por meio da participação em tal projeto, juntamente com as reflexões proporcionadas pela disciplina EMT, trouxeram subsídios para a compreensão da cultura na qual os espaços sociais da Web 2.0 surgem e se desenvolvem.

Diante do exposto, retomo o **problema** identificado nos cursos de engenharia: *a necessidade de ampliação de espaços que promovam uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.*

---

<sup>6</sup> Mídia-Educação e Comunicação Educacional (COMUNIC) é um grupo de pesquisa cujo objetivo é promover o estudo e a pesquisa na confluência das áreas da Educação e da Comunicação a partir de uma perspectiva crítica das formas de apropriação das TDIC por distintos públicos e em diferentes contextos educativos.

<sup>7</sup> O projeto intitulado Redes de Políticas Públicas e Educação teve o apoio do Observatório de Educação (OBEDUC), da CAPES, no Projeto em Rede n. 20.336, coordenado pela professora Tamara Egler, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), contemplou três núcleos. Sendo que o núcleo da UFSC, sob a coordenação da professora Andrea Brandão Lapa, minha co-orientadora, tratou em três dimensões de pesquisa da potencialidade da apropriação de espaços sociais da Web 2.0 no ensino.

O desejo de apresentar uma contribuição nesse contexto conduziu ao desenvolvimento desta tese que tem como **objetivo geral**: *Investigar como promover, com o apoio de espaços sociais da Web 2.0, uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em cursos de engenharia.*

Para atingir esse objetivo geral, tracei os seguintes **objetivos específicos**:

- Identificar o que designo de *fatores e circunstâncias (FC)* balizadores de uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, no debate das seguintes áreas: Educação Científica e Tecnológica, Educação Crítica e Educação na Ciberultura.
- Estruturar e aplicar uma intervenção pedagógica com vistas a contribuir para uma formação crítica acerca de ciência, tecnologia e sociedade, tendo como subsídios os *Fatores e circunstâncias* identificados no debate das três áreas supracitadas.
- Analisar a prática pedagógica realizada na perspectiva de sinalizar contribuições para promover, com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0, a formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em cursos de engenharia.

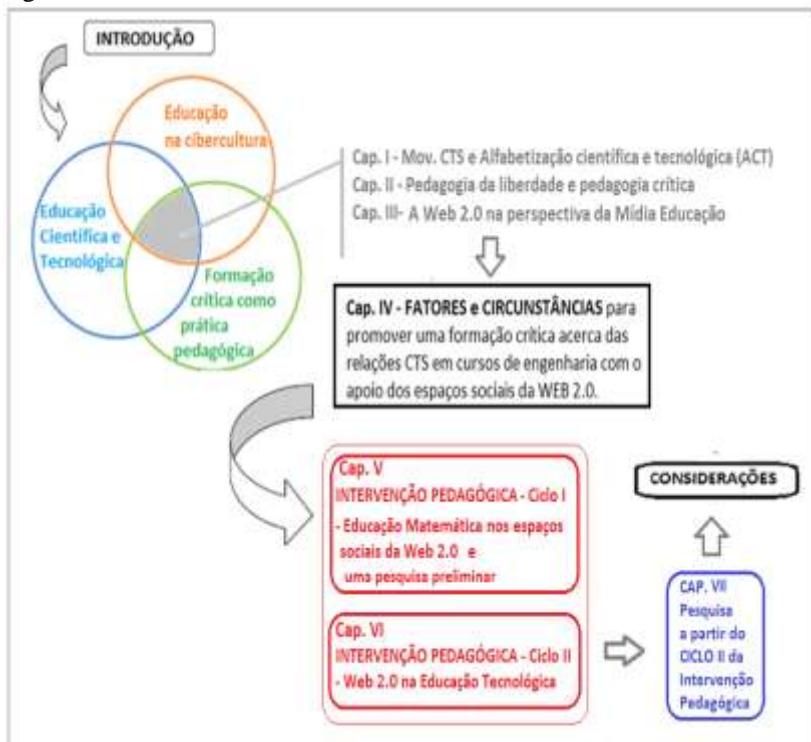
A presente pesquisa segue as diretrizes de abordagens qualitativas e identifica-se com os pressupostos da pesquisa-ação. A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos (THIOLLENT, 2000). Nessa estratégia de pesquisa, os pesquisadores têm papel ativo no equacionamento dos problemas, no acompanhamento e na avaliação das ações, organizando, assim, sua intervenção.

## ESTRUTURA DA TESE

Na Figura 1, apresento um esquema com a estrutura da tese que está organizada em sete capítulos. Em especial, a Figura 1 retrata a articulação almejada entre os **três primeiros capítulos**, de onde emergem o que rotulo de *fatores e circunstâncias*, que apresentam potencial para promover uma *formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em cursos de engenharia, apoiada pelos espaços sociais da WEB 2.0*. Dito de outra forma, realizei a busca

pelos *Fatores e circunstâncias* supracitados procurando uma articulação entre os pressupostos educacionais sinalizados pelos três campos de debate: *Educação Científica e Tecnológica*, *Formação crítica como prática pedagógica* e *Educação na Ciberultura*.

Figura 1 - Estrutura da TESE



Fonte: Elaborada pela autora.

No **capítulo I**, apresento um estudo realizado em busca de FC da Educação Científica e Tecnológica (ECT) que orientem a compreensão das complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Para tanto, trago postulações de autores do Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). Tenho consciência de que a ACT e o Movimento CTS apresentam matizes teóricas distintas, porém entendo que os dois campos têm importantes contribuições para o âmbito desta tese.

No **capítulo II**, destaco a fundamentação da prática pedagógica consistente com minha reflexão e prática docente e acadêmica, centrada

na pedagogia libertadora de Paulo Freire e na sua transposição para o ensino de ciências, bem como na pedagogia crítica de Henry Giroux.

No **capítulo III**, exponho um estudo sobre a cibercultura como um espaço-tempo amplo e ainda bastante inédito de possibilidades para novas formas desejáveis para transformações imperativas na educação básica e profissionalizante. Levanto perspectivas e desafios para a educação na cibercultura, principalmente com base em autores que discutem a cultura digital no contexto da educação; discorrem sobre o potencial dos recursos dos espaços sociais da Web 2.0; e propõem desafios e caminhos de atuação aos docentes de todos os campos de conhecimento, de forma específica, integrada e/ou interdisciplinar.

No **capítulo IV**, trago uma síntese dos FC que foram determinados nos três primeiros capítulos e que, conjuntamente, apresentam potencial para contribuir para a formação crítica almejada para os cursos de engenharia. Igualmente, discorro sobre como a organização dos FC apresentada pode subsidiar a formação almejada.

Nos **capítulos V e VI**, apresento uma alternativa de como ampliar os espaços de formação crítica nos cursos de engenharia, ou seja, a estrutura de uma intervenção pedagógica aplicada em dois ciclos, progressivos, com espaços e objetivos que se complementam. Em uma perspectiva mais ampla, o Ciclo I da intervenção pedagógica (capítulo V) teve como objetivo levar a Educação Matemática para os espaços sociais da Web 2.0. No Ciclo II (capítulo VI), o objetivo foi levar os espaços sociais da Web 2.0 para a Educação Tecnológica, isto é, levar o aluno dos cursos de engenharia a ter uma visão mais ampliada (consciente, crítica, substanciada) no debate, que ocorre nos espaços sociais da Web 2.0, sobre temas contemporâneos marcados por ciência e tecnologia e que não são tratados nos espaços escolares ou cujos conhecimentos ainda não foram universalizados. A partir do apoio dos espaços sociais da Web 2.0, a intervenção pedagógica, realizada na Universidade Regional de Blumenau com alunos dos cursos de engenharia da instituição, também teve como horizonte contribuir para a inserção crítica dos estudantes na cibercultura e, nessa rota, em especial, no Ciclo II, os canais ou espaços virtuais usados pela divulgação científica contemporânea tiveram relevância significativa. No **capítulo V**, além da descrição do Ciclo I da intervenção pedagógica exponho reflexões advindas de uma pesquisa preliminar realizada durante esse ciclo.

No **capítulo VII**, faço o detalhamento da parte empírica da pesquisa realizada a partir da concretização do Ciclo II da intervenção pedagógica, juntamente com sua análise. Há expectativas de que a

análise da pesquisa preliminar apresentada no capítulo V e a análise do capítulo VII apresentem contribuições que possam ser apropriadas por professores dos cursos de engenharia que compartilham da essência do objetivo geral desta tese: *promover uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0.*

Concluo a tese com a apresentação das **considerações finais**. São considerações rotuladas como finais porque entendo que elas encerram “um ciclo” da presente pesquisa que certamente continuará pela trajetória da própria autora ou mesmo pela apropriação que outros docentes e pesquisadores possam vir a fazer do presente estudo.

Saliento ainda que, por recomendação da banca que avaliou esta tese, no Apêndice IV coloquei os slides que usei no dia da defesa. Esse material apresenta uma síntese que contribui para a compreensão do presente texto.



## **CAPÍTULO I - EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA: POR ONDE COMEÇAR?**

Este capítulo tem por objetivo apresentar parâmetros que subsidiem uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em cursos de engenharia, a partir de objetivos e desafios sinalizados pelo campo da Educação Científica e Tecnológica. Os parâmetros emergentes dos substratos apresentados estão organizados em um quadro-síntese exposto no final deste capítulo.

A incursão pelo campo da ECT, como já mencionado na introdução desta tese, se deu, inicialmente, pelo campo de estudos do Movimento CTS e por meio de autores que discutem a educação tecnológica, mais especificamente no âmbito do ensino de engenharia. Porém, a busca para compreender os meandros das complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade igualmente se estendeu para as postulações de autores que discutem a Alfabetização Científica e Tecnológica. Entende-se que a supervalorização da ciência e da tecnologia pela sociedade contemporânea impõe aos professores da área tecnológica o desafio de um ensino que contribua para uma ACT significativa e socialmente responsável. Tem-se consciência de que distintas matizes sustentam os dois campos teóricos (CTS e ACT), mas se compreende que, independente dessas distinções, ambos têm contribuições para o presente estudo.

Além dos subsídios que esses campos trazem para elucidar os desafios da Educação Científica e Tecnológica numa perspectiva crítica, segundo Acevedo Dias *et al.* (2003a) – dadas as exigências colocadas por novos desafios educacionais para o século XXI –, *slogans*, como Alfabetização Científica e Tecnológica, cultura científica e tecnológica, educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), entre outros, têm se refletido em inúmeros relatos de política educacional por prestigiadas organizações internacionais, a exemplo da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e da Organização dos Estados Ibero-Americanos (OEI). Além disso, estiveram presentes nas posições das associações profissionais poderosas e influentes que patrocinaram projetos ambiciosos para a Educação Científica e Tecnológica.

Nos dois próximos itens, apresentam-se substratos do Movimento CTS e da Alfabetização Científica e Tecnológica. Entre os autores elencados para os estudos realizados, constam, além dos da área da engenharia, como já mencionado, pesquisadores da área do ensino de ciências. Isso porque uma incursão pelo contexto sócio-histórico do

ensino de ciências permitiu aferir que um docente da área da matemática que se propõe a contribuir para uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade encontra respostas para “por onde começar” tanto nos escritos de autores que discutem a Educação Tecnológica quanto nos dos que discutem o ensino de ciências.

Nesse sentido, cabe pontuar que as primeiras reflexões sobre a contribuição de autores que discutem o ensino de ciências surgiram do estudo encontrado em Gil Pérez *et al.* (2001), no artigo intitulado *Para uma imagem não deformada do trabalho científico*. Esse artigo traz resultados de pesquisas realizadas com grupos de professores de ciências (Biologia, Física, Química, Geologia etc.) – em formação inicial e em formação continuada – que evidenciam que o ensino tem transmitido visões empírico-indutivas da ciência que se distanciam largamente da forma como são construídos e produzidos os conhecimentos científicos.

Tal distanciamento se deve, primeiramente, ao fato de o “ensino científico – ter se reduzido, basicamente, à apresentação de conhecimentos previamente elaborados, sem dar oportunidade aos estudantes de contatarem e explorarem atividades na perspectiva de um ensino do tipo investigativo” (GIL PÉREZ *et al.*, 2001, p. 126). Como consequência de uma ação docente quase que restrita à transmissão de conhecimentos científicos, as concepções dos estudantes e dos futuros docentes não se afastam do que se pode chamar de imagem popular ou socialmente aceita da ciência, ou seja, “associada a *um* suposto método científico, único, algorítmico, bem definido e quiçá, mesmo, infalível” (GIL PÉREZ *et al.*, 2001, p. 126, grifo dos autores).

No Quadro 1, expõe-se uma síntese do que Gil Pérez *et al.* (2001) chamam de deformações do trabalho científico e que são transmitidas, ativa ou passivamente, por meio da educação científica formal e não formal. Tais deformações associadas às concepções epistemológicas inadequadas ou mesmo incorretas, configuram-se como “um dos principais obstáculos aos movimentos de renovação do ensino de ciências” (GIL PÉREZ *et al.*, 2001, p.135). Emergiram de *workshops*, ocasião em que numerosos grupos de docentes analisaram criticamente tanto concepções de professores sobre o trabalho científico quanto inúmeros artigos sobre educação científica e didática das ciências.

### Quadro 1 - Síntese de sete deformações relativas ao trabalho científico na imagem proporcionada pelo ensino de ciências

1. Concepção **empírico-indutivista e atórica**: destaca o papel “neutro da observação e da experimentação”.
2. **Visão rígida** (algorítmica, exata, infalível); apresenta o método científico como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente.
3. **Visão aproblemática e a-histórica**: são transmitidos os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhes deram origem.
4. **Visão exclusivamente analítica**: destaca a necessária divisão parcelar dos estudos, o seu caráter limitado e simplificador.
5. **Visão acumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científicos**: são desconsideradas as crises e as remodelações.
6. **Visão individualista e elitista da ciência**: os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, sendo ignorado o papel do trabalho coletivo e cooperativo dos intercâmbios entre equipes.
7. **Imagem socialmente neutra da ciência**: são esquecidas as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS); é proporcionada “uma imagem deformada dos cientistas como seres ‘*acima do bem e do mal*’, fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções” (GIL PÉREZ *et al.*, 2001, p. 133, grifo dos autores).

Fonte: Adaptado de Gil Pérez *et al.* (2001).

Diante do exposto, dada a imbricada relação entre ciência e tecnologia, principalmente no contexto contemporâneo da tecnociência, entende-se que, muito mais que simples *slogans*, as postulações a respeito da ACT e do Movimento CTS, advindas de autores que discutem o ensino de ciências, contribuem significativamente para a definição do que se rolula, nesta tese, de *Fatores e circunstâncias* para promover a ECT contemporânea, numa perspectiva crítica, também em cursos de engenharia. A respeito disso discorre-se a seguir.

#### 1.1 A PERSPECTIVA CRÍTICA DO MOVIMENTO CTS

Em meados do século XX, nos países capitalistas centrais, emergiu um sentimento, uma percepção de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não conduzia de forma linear e automática ao desenvolvimento do bem-estar da sociedade (GARCÍA *et al.*, 1996; BAZZO, 1998, 2011; AULER, 2002; AULER e DELIZOICOV, 2006; AIKENHEAD, 2009).

Os grandes desastres ambientais, ocorridos a partir de meados da década de 1960, a exemplo dos vazamentos de petróleo nos mais diversos locais do mundo ou dos acidentes nucleares, serviram de

combustível para fomentar protestos e catalisar uma consciência coletiva sobre riscos e impactos de uma ciência e de uma tecnologia demasiadamente fora de controle.

Além dos impactos ambientais e dos casos de desenvolvimento tecnológico vinculados às grandes guerras e a propósitos militares, duas obras publicadas em 1962 foram marcantes para a ação e a reflexão referentes à Ciência e Tecnologia (CT) no contexto social. Trata-se dos livros *Primavera silenciosa*, da bióloga Rachel Carson, e *A estrutura das revoluções científicas*, do historiador e filósofo Thomas Kuhn.

O livro *Primavera silenciosa* alimentou a reação dos protestos dos movimentos sociais ao expor os riscos associados aos inseticidas químicos, a exemplo do diclorodifeniltricloroetano (DDT). A obra de Kuhn, contrapondo a concepção tradicional da atividade científica, desencadeou reflexões e debates acadêmicos no campo da História e da Filosofia da Ciência. Principalmente após a obra de Kuhn, o desenvolvimento científico começou a perder a característica de continuidade e neutralidade (GARCÍA *et al.*, 1996; LISINGEN, 2007; AIKENHEAD, 2009).

No contexto de crítica ao movimento desenvolvimentista com forte impacto ambiental e de reflexão sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade – onde Ciência e Tecnologia (CT) foram deslocadas do espaço de suposta neutralidade e passaram a ser objeto de debate político – surgiu, no Hemisfério Norte, o Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).

Segundo Auler e Delizoicov (2006), balizados pelos escritos de García *et al.* (1996), o Movimento CTS tem como um dos objetivos centrais a reivindicação de decisões mais democráticas e menos tecnocráticas. Desde seu surgimento, políticas científico-tecnológicas têm passado constantemente por revisões, a fim de colocar sob o controle da sociedade os efeitos negativos das aplicações desenfreadas da ciência e da tecnologia. Nos países desenvolvidos, diversos grupos passaram a contestar e a problematizar o uso da ciência e da tecnologia, bem como o papel de especialistas nas tomadas de decisão (BAZZO, VON LINSINGEN e PEREIRA, 2003; BAZZO, 1998, 2011).

Auler e Delizoicov (2006) pontuam que o Movimento CTS repercute de forma mais incisiva em contextos nos quais as questões materiais da população estavam razoavelmente satisfeitas. No caso da América Latina, esses autores postulam que a repercussão foi incipiente por conta de dois fatores que se complementam: a maioria da população de países latino-americanos é afetada por carência material e as marcas de um passado colonialista podem ter se refletido na “cultura do

silêncio” (FREIRE, 1987), caracterizada pela ausência de participação do conjunto da sociedade em processos decisórios.

Os estudos e os programas CTS têm se desenvolvido especialmente em três campos: pesquisa, política e educação. **Na pesquisa**, os estudos CTS têm se mostrado como uma alternativa para a reflexão acadêmica tradicional sobre a ciência e a tecnologia, de forma a promover uma nova visão racionalista e socialmente contextualizada da atividade científica. **No campo da política**, o Movimento CTS tem defendido uma ativa participação pública na gestão da ciência e da tecnologia, fomentando a criação de diversos mecanismos institucionais que facilitem a criação de processos de tomada de decisões relacionadas a políticas científico-tecnológicas (GARCÍA, 1996, p. 12). No **campo educacional**, o Movimento CTS teve e tem repercussões relevantes no que se refere a focalizar interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (LÓPEZ CERESO, 1998; BAZZO, 1998, 2011; BAZZO, LISINGEN e PEREIRA, 2003; AULER e DELIZOICOV 2001, 2006a, 2006b; LINSINGEN, 2007; SANTOS, 2011).

Por ter surgido tanto de problemas ambientais gerados pelo cenário socioeconômico da CT como em função de uma mudança de visão sobre a natureza da ciência e do seu papel na sociedade, a principal contribuição do Movimento CTS para a educação tem sido apontada na perspectiva da formação para a cidadania (GARCIA, 1996; AULER, 2007; AIKENHEAD, 2009, SANTOS, 2011). É perceptível, no entanto, que o objetivo central da Educação Científica e Tecnológica tem oscilado entre a formação de especialistas e a formação para a cidadania. Tal oscilação tem desencadeado debates que suscitam reflexões (FOUREZ, 1997, 2003; AULER e DELIZOICOV, 2001; AIKENHEAD, 2009; SANTOS, 2011).

Para exemplificar tais reflexões, recorre-se aos escritos de Fourez (2003), os quais apontam que os cursos de ciências se diferenciam entre duas perspectivas frequentemente opostas, mas que são complementares. De um lado, há os cursos de ciência que visam à formação do cidadão e, dessa forma, tratam do ambiente, da poluição, da tecnologia, da conquista espacial e da história dos seres vivos. De outro lado, estão os cursos de ciências que se ramificam em física, química e biologia e visam à formação de especialistas, a exemplo de médicos, engenheiros e cientistas.

Para Fourez (2003), o caminho que conduz à complementaridade das duas perspectivas ainda está por ser encontrado. Entretanto, o autor sinaliza que, no suposto quadro de polarização, há os que priorizam a formação de especialistas, mas que há, também, os que questionam se,

ao priorizar a formação do cidadão, ou seja, se, ao dar a muitos o sentido do que fazer com o conhecimento científico e técnico, não se teria um caminho profícuo para desenvolver vocações científicas e tecnológicas.

De qualquer forma, o agravamento dos problemas ambientais, a utilização de conhecimentos científicos e tecnológicos em guerras (ou projetos militares) e questionamentos e reflexões de cunho epistemológico e filosófico sobre o empreendimento científico fizeram com que, a partir da década de 1970, em todo o mundo, a ECT começasse a incorporar pressupostos do Movimento CTS. Currículos passaram a ser construídos e idealizados com o objetivo central de promover a ECT dos cidadãos, de forma a auxiliar os estudantes a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para a tomada de decisões responsáveis sobre questões a respeito de CT na sociedade, bem como desenvolver ações para a solução de tais questões (BAZZO, 1998, 2002, 2011; AIKENHEARD, 2009; SANTOS, 2009, 2011).

O Movimento CTS contribuiu para a inserção, nos currículos, de temas sociocientíficos, tais como engajamento para ações sociais responsáveis, questões controversas de natureza ética e problemas ambientais contemporâneos. A inserção de temas envolvendo problemas reais e de controvérsias é apontada como um caminho para que um currículo de ciências potencialize a discussão, a participação em debates e a tomada de decisões fundamentada em temas sociais marcados pela CT, numa perspectiva de democratização, não restrito ao campo técnico-científico. Nessa conjuntura, os conteúdos disciplinares se fariam presentes no entorno dessa organização de forma a contribuir para a compreensão, sob vários ângulos, do problema e de suas controvérsias.

Os primeiros currículos CTS surgiram na Europa, nos Estados Unidos, no Canadá e na Austrália, países industrializados onde eram prementes as necessidades quanto à ECT. Três rotas foram adotadas para inserção do enfoque CTS nos currículos: (i) *Enxertos CTS* – são usados casos para abordagem CTS como exemplo ou motivação para o conteúdo curricular, (ii) *Ciência e Tecnologia por meio de CTS* – os conteúdos curriculares são organizados balizados pela abordagem CTS e (iii) *CTS puro* – o conteúdo CTS é tratado isoladamente, ou melhor, os conteúdos, conhecimentos científicos e técnicos, não são o centro da organização curricular, mas são utilizados para a compreensão da abordagem CTS (GONZÁLES G, LÓPEZ CERREZO e LUJÁN LÓPEZ, 1996).

Entre os objetivos dos currículos CTS, Santos (2002, 2009, 2011) advoga que a discussão sobre valores merece destaque. É por meio de

tal discussão que será possível contribuir para a formação de cidadãos críticos comprometidos com a sociedade. Para tanto, o autor esclarece que valores relacionados às necessidades humanas e, portanto, vinculados a interesses coletivos, tais como solidariedade, fraternidade, consciência do compromisso social, reciprocidade, respeito ao próximo e generosidade, deverão ser discutidos com vistas a fomentar questionamentos sobre os valores econômicos que se impõem aos demais na sociedade contemporânea.

De outra parte, Auler (2002, 2007) sustenta que não há uma compreensão e um discurso consensual no campo educacional, quanto aos objetivos, aos conteúdos, à abrangência e a modalidades de implementação do enfoque CTS. No entanto, subsidiado por exaustivo trabalho de revisão bibliográfica do campo CTS, iniciado durante o doutorado, esse autor sintetiza e destaca os seguintes objetivos para a educação CTS:

[...] promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia (CT), adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico, formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual (AULER, 2007, sem paginação).

Dos escritos de Auler, merece também destaque a sua preocupação com a necessidade de ampliar, no campo educacional, em especial na educação em ciências, os mecanismos de participação, com o intento de colaborar para a construção de uma cultura de participação. Esse autor pontua que uma participação fundamentada tem sido potencializada no ensino de ciência com enfoque CTS em atividades ou projetos que contemplem a tomada de decisão. Alerta, porém, que:

[...] processos de discussão e tomadas de decisão (real ou simulada) fundamentados apenas em critérios técnico-científicos, reforçarão o mito da neutralidade/superioridade das decisões tecnocráticas, negligenciando a amplitude do tema, bem como os valores (econômicos...) envolvidos (AULER, 2011, p. 83).

Auler (2011) reforça que os processos de decisão democráticos precisam ampliar o espectro de dimensões que balizam a fundamentação e a argumentação para além da dimensão científica e técnica e que, dessa forma, devem trazer para o debate outros elementos presentes no âmbito do juízo de valor. Pondera, igualmente, que não é possível reduzir as discussões sobre temas contemporâneos apenas às questões tecnocientíficas, dissociando-os de um modelo civilizatório pautado em valores consumistas de um sistema capitalista cujo pano de fundo é a degradação socioambiental.

Como exemplo da necessidade de trazer para o debate elementos do campo axiológico, Auler (2011) menciona os escritos de Praia, Gil Pérez e Vilches (2007)<sup>8</sup>. Esses autores usam os efeitos nocivos do DDT, denunciados por Raquel Carsons no livro *Primavera silenciosa*, para ilustrar um caso em que os cientistas, com conhecimentos específicos em um nível certamente maior do que o de muitos cidadãos, não souberam ou não quiseram ver os perigos associados ao uso desse pesticida.

Sobre a participação fundamentada pontuada por Auler (2011), com vistas à tomada de decisão, entende-se que oportunizar esse tipo de experiência é extremamente importante para a formação do engenheiro, uma vez que a posição desses profissionais em processos que suscitam a tomada de decisão relacionada a questões de ciência e tecnologia tem relevante reconhecimento pela sociedade. Igualmente defende-se, em concordância com os autores supracitados, que os critérios ou parâmetros que alicerçam as decisões dos engenheiros não podem ficar restritos ao campo científico-tecnológico. Considera-se que seja fundamental que valores relacionados às necessidades humanas ampliem o espectro de elementos que balizam a fundamentação e a argumentação do engenheiro visando problematizar a hegemonia dos valores econômicos e da eficiência técnica na sociedade contemporânea.

No que se refere à questão de valores, trabalhos internacionais, como os de Ambrojo e Fabregat (2005), Vest (2008), Malcon (2008) e Adams e Felder (2008), somam-se às vozes da sociedade que apontam o desenvolvimento de valores e atitudes humanas como parte relevante da formação de engenheiros. São postulações que defendem que o domínio

---

<sup>8</sup> PRAIA, J.; GIL PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007. Esse trabalho discute a participação de cidadãos em processos de tomada de decisão.

teórico e técnico é essencial, mas reconhecem o quão vital é, para a civilização contemporânea, a inclusão de valores humanos nos parâmetros que balizam as decisões e análises dos engenheiros no enfrentamento dos desafios que se configuram no século XXI.

Abre-se um parênteses para trazer alguns dados obtidos por Ambrojo e Fabregat (2005), no que tange ao ponto de vista dos professores sobre a educação em valores para engenheiros, em pesquisa realizada na Universidade Politécnica de Cataluña (UPC). Diante da grande variedade de posições obtidas no tratamento dos dados, os autores destacam algumas constatações, a saber: (i) alguns professores pensam que a educação em valores é uma atividade apenas para a família, em alguns casos para as áreas religiosas, e para as escolas primárias e secundárias; (ii) existe um grupo de professores que acredita que seria interessante incorporar valores à instrução, mas não imediatamente, e reconhecem que essa não é uma tarefa fácil; (iii) muitos professores têm um bom pressentimento sobre a educação pautada em valores em cursos de engenharia, mas alegam não serem suficientemente estimulados a participarem desse novo desafio; e (iv) a maioria dos professores está de acordo sobre a importância da educação em valores na engenharia.

De outra parte, a pesquisa de Ambrojo e Fabregat (2005) também apresenta dados relativamente à percepção de prestigiados engenheiros seniores sobre a importância dos valores humanos na área de engenharia. Com base na organização de mais de quatrocentas respostas obtidas, os autores afirmam que os engenheiros seniores consultados expressam a convicção de que é essencial que as escolas de engenharia dediquem mais esforço do que os que foram feitos até agora a fim de alcançar uma melhor educação em valores para os futuros profissionais (AMBROJO e FABREGAT, 2005). Os desafios a serem enfrentados no século XXI e o destino da civilização atual mais do que nunca exigem esse posicionamento.

Ainda sobre os objetivos da abordagem CTS nos currículos, merecem menção as postulações de Aikenhead (2009). Para esse autor, os objetivos da educação científica perpassam pelo desenvolvimento de uma orientação centrada no estudante, que anime as autoidentidades culturais dos alunos, as suas contribuições futuras para a sociedade como cidadãos e seu interesse em fazer sentido utilitário e pessoal do conhecimento científico. Aikenhead (2009) pontua, como já mencionado por outros autores aqui citados, que a *tomada de decisão* tem sido, muitas vezes, o centro do enfoque CTS e argumenta que essa tomada de decisão envolve, necessariamente, uma ampla gama de outros

tipos de conhecimento, ou seja, valores e conhecimentos sobre política, direito, economia, políticas públicas, entre outras.

No âmbito específico da Educação Tecnológica, outros conhecimentos, para além dos conhecimentos científicos e técnicos, como filosofia, política e direito, são apontados por autores, a exemplo de Bazzo, Pereira e Bazzo. (2014), como necessários para que os estudantes compreendam as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, numa perspectiva crítica e humanística.

Nessa rota, Linsingen (2006) postula que o ensino de engenharia e tecnologia assume novos papéis que remetem ao duplo e imbricado compromisso de garantir um crescente aprimoramento da capacidade cognitiva – posta a serviço de transformações que interferem de forma notável nas relações sociais e na natureza – e a construção de uma visão socioecossistêmica da atividade científico-tecnológica, isto é, a construção de novos sentidos sobre os comprometerimentos e as referências socioculturais e ambientais da atividade científico-tecnológica.

Ainda em Aikenhead (2009), aparece uma credibilidade no currículo de ciências com enfoque CTS que não deixa de apontar para as dificuldades de sua implementação, sobretudo no que se refere à necessidade de um contexto multidimensional que deve incluir a parceria entre educadores, pesquisadores e interessados, forjando novas redes de atuação em apoio à Educação Científica em CTS. Na visão desse autor, esse é um processo lento, mas é hora de educadores maduros contribuírem para a passagem de um paradigma tradicional para um paradigma de Educação Científica em CTS. Da mesma forma, acredita e defende que essa passagem garantirá a excelência e a relevância da educação científica para todos os alunos.

A visão de Aikenhead (2009) não é unânime. Há os que se preocupam com um possível “esvaziamento” de conteúdo científico por conta do enfoque CTS. Nesse sentido, por entender que o bom senso remete a um contexto de equilíbrio e com base nos escritos de Bazzo (1998, 2002, 2011), Linsingen (2003)<sup>9</sup> e Dagnino (2013), engenheiros e autores da Educação Tecnológica, entende-se e defende-se que o enfoque CTS pode oferecer contribuições efetivas também no âmbito dos cursos de engenharia.

No entanto, cabe ressaltar que o Movimento CTS tem sido considerado por alguns autores como ultrapassado. Essa visão tem

---

<sup>9</sup> Em Linsingen (2003), encontra-se um estudo detalhado sobre a implementação do enfoque CTS em currículos de engenharia.

incorporado novas denominações, a exemplo de Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), a qual busca destacar a perspectiva ambiental. Santos (2011) e Bazzo *et al.* (2014), entre outros, enfatizam o fato de que muito mais que novas rotulações, o Movimento CTS precisa ser recontextualizado e, para tanto, sinalizam a necessidade de reflexões sobre o que se quer com a ECT.

Santos (2011) argumenta sobre a necessidade de uma ressignificação do enfoque CTS, a partir do resgate “dos seus objetivos primordiais de crítica à visão de neutralidade científica, descompromissada com seu papel social”, bem como sobre a necessária ampliação do enfoque CTS “para processos participativos de tomada de decisão em CT na busca de uma sociedade justa e igualitária” (SANTOS, 2011, p. 38 e 39). Nessa perspectiva, Acevedo Díaz *et al.* (2003b) sinalizam que a sigla CTS caracteriza um amplo movimento mundial que visa contribuir para a melhoria da Alfabetização Científica e Tecnológica de todas as pessoas. De forma mais específica, uma das características do enfoque CTS está em promover a participação democrática dos cidadãos na avaliação de assuntos científicos e tecnológicos de interesse social e na tomada de decisão sobre esses assuntos.

No entendimento de Bazzo, Pereira e Bazzo (2014), CTS se constitui em uma abordagem crítica que demanda atitudes diferenciadas de ensino e de aprendizagem diante das questões que abarcam a tecnologia e o desenvolvimento humano. Configura-se como “um posicionamento epistemológico, que trata a ciência e a tecnologia como um constructo social fundamentado em aspectos humanos como prioridade maior” (BAZZO, PEREIRA e BAZZO, 2014, p. 18).

## 1.2 A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

A busca que se empreendeu por *Fatores e circunstâncias* (FC) para promover a ECT contemporânea, advindos do campo da ACT, centrou-se nas postulações de Fourez (1997, 2003) e nas duas perspectivas de ACT definidas por Auler (2002, 2003) e Auler & Delizoicov (2001, 2006a), denominadas de reducionista e ampliada.

A perspectiva de ACT apresentada por Fourez abarca uma abordagem pedagógica e epistemológica para tratar o ensino de ciências e parte da ideia de que ACT é a promoção da cultura científica e tecnológica. Já as perspectivas de ACT apresentadas por Auler e Delizoicov têm como pano de fundo a neutralidade ou a não neutralidade da Ciência e da Tecnologia (CT), aspecto (dimensão) que

passa, a partir do Movimento CTS, a ser incorporado (ou problematizado) pela ECT. Nas palavras do próprio Fourez, “CTS traz à consciência um problema que não era considerado há meio século: os vínculos que os polos designam” (FOUREZ, 1997, p. 18, tradução da autora).

### 1.2.1 ACT reducionista e ACT ampliada

Segundo Auler e Delizoicov (2001), o rótulo ACT envolve um espectro significativamente amplo de designações colocadas por meio de expressões, como popularização da ciência, divulgação científica, entendimento público da ciência e democratização da ciência. Para esses autores, não há um consenso no que concerne aos objetivos balizadores, pois vão desde a busca por uma verdadeira participação da sociedade em questões vinculadas à CT até aqueles que apresentam ACT como uma forma de referendar e procurar apoio da sociedade para a atual tendência do desenvolvimento científico e tecnológico. Dito de outra forma, os encaminhamentos referentes à ACT se encontram entre os polos de uma perspectiva democrática, bem como em postulações que, direta ou indiretamente, respaldam decisões tecnocráticas.

Como já mencionado, tendo como pano de fundo a neutralidade ou a não neutralidade da CT, Auler e Delizoicov (2001) entendem que a ACT pode ser concebida segundo duas perspectivas: a *reducionista* e a *ampliada*. Na *perspectiva reducionista*, a ACT fica restrita a um simples incremento no ensino, sendo desconsiderada a existência de construções subjacentes à produção de conhecimento científico e tecnológico. Dessa forma, essa perspectiva conduz a uma concepção de neutralidade das questões que envolvem CT. Na *perspectiva ampliada*, os conceitos são tomados como meios para compreensão de temas socialmente relevantes, e o objetivo é a compreensão das interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Para tanto, o ensino de conceitos é associado à problematização de três construções históricas vinculadas à suposta neutralidade da CT: a *superioridade de modelos de decisões tecnocráticas*, a *perspectiva salvacionista da CT* e o *determinismo tecnológico*.

As três construções históricas são denominadas por Auler e Delizoicov (2001) de *mitos*, uma vez que, em vários contextos, estão fora do alcance de uma reflexão crítica. O mito *superioridade de modelos de decisões tecnocráticas* tem como alicerce a crença na possibilidade de neutralizar o sujeito do processo científico e tecnológico. Em outras palavras, o especialista ou técnico solucionará os

problemas, inclusive os sociais, de um modo eficiente e ideologicamente neutro. Nessa perspectiva, nada há de mais conclusivo do que afirmar que algo está cientificamente comprovado. A superioridade teórica da ciência e da técnica é inabalável e se apresenta como a melhor forma de resolver qualquer problema, inclusive do campo ético.

Quanto ao mito *perspectiva salvacionista da CT*, existe uma compreensão ou crença de que os conhecimentos científicos e tecnológicos, no presente ou no futuro, resolverão todo e qualquer problema existente e que isso conduzirá a sociedade inegavelmente ao bem-estar social. Apesar das críticas ao desenvolvimento científico-tecnológico feitas na década de 1960, e mesmo diante dos diversos exemplos históricos dos impactos negativos desse desenvolvimento, essa compreensão abarca duas ideias que habitam o imaginário de grande parte das pessoas: *CT conduzem essencialmente ao progresso e CT são sempre criadas para tornar a vida humana mais fácil*. Um forte vínculo entre desenvolvimento científico-tecnológico e o bem-estar da humanidade foi historicamente construído, de tal forma que a confiança/crença na próxima onda de inovação tecnológica se constitui no horizonte para a maioria dos seres humanos.

O mito *determinismo tecnológico* refere-se à compreensão de que o desenvolvimento tecnológico é irreversível e representa a marcha do progresso. A possibilidade de alterar o ritmo das coisas configura-se como uma utopia, e a participação da sociedade nos processos decisórios em nada alteraria o curso do processo em andamento. Essa visão exclui completamente a possibilidade de alterar o ritmo ou o curso do progresso. Para caracterizar a aceitação passiva ou conformada da sociedade diante do inevitável progresso proveniente dos artefatos tecnológicos, sem reflexão crítica alguma em relação aos seus impactos positivos e negativos, Winner (1987) opta pela expressão “sonambulismo tecnológico”, visto pelo autor como um estado de aceitação acrítica dos avanços tecnológicos que exclui a participação da sociedade em decisões que abarcam seu destino.

Os três mitos referidos emergiram de uma aproximação entre os pressupostos de Paulo Freire (1987) e referenciais teóricos do Movimento CTS. Auler e Delizoicov (2001) consideram que a busca por participação nas decisões relacionadas a temas sociais envolvendo ciência e tecnologia e por democratização dessas decisões, como postula o Movimento CTS, apresenta confluências com as concepções freirianas – discutidas no capítulo II desta tese –, principalmente quando Freire defende que alfabetizar é propiciar uma “leitura crítica da realidade” que habilite o cidadão a dizer a sua palavra (FREIRE, 1987), e não apenas

repetir palavras. Quanto à definição de políticas para CT, Auler e Delizoicov entendem que acreditar na possibilidade de decisões mais democráticas equivale, na atualidade, à esperança herdada de Freire, o qual considera a história como possibilidade, e não como determinação.

Auler e Delizoicov, pesquisadores que têm dedicado seus estudos e investigações à formação de professores de ciências, sinalizam preocupações no sentido de os mitos serem, a partir da ação dos professores, transmitidos ou consolidados pelos processos de ensino-aprendizagem da área de ciências. Na visão dos autores, os cursos de licenciatura e/ou bacharelado de Física, Química e Biologia – e toma-se a liberdade de acrescentar os de Matemática e Engenharia – são contextos em que tradicionalmente não são problematizados os alicerces da tecnocracia. Nesse sentido, apontam a problematização dos três mitos construídos historicamente sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade como fundamental para “uma leitura crítica do mundo”, para o “desvelamento da realidade” (AULER e DELIZOICOV, 2001, p. 7). Uma realidade que, na sociedade contemporânea, está intensamente marcada pela presença da ciência e da tecnologia e cuja leitura crítica exige, cada vez mais, a compreensão das complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Tem-se o entendimento de que a possibilidade da transmissão dos mitos relacionados à produção do conhecimento científico-tecnológico aos estudantes, decorrente das concepções ou atividades desenvolvidas pelos professores da área das ciências exatas e naturais no ensino de nível médio, sinaliza um desafio ao ensino superior, ou seja, contribuir para a problematização dos três mitos apontados por Auler e Delizoicov (2001). Não se pode negar que *a perspectiva salvacionista da CT, o determinismo tecnológico e a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas* expressam os interesses dos atores sociais hegemônicos que, ao mobilizarem toda a sociedade em torno dessas ideias – vinculadas à concepção de neutralidade da CT – imobilizam movimentos para mudanças na sociedade. Sendo assim, em confluência com Auler & Delizoicov, se compreende que o enfrentamento da problematização de tais mitos, com a pretensão de uma possível desmistificação, pode contribuir para evitar afastamento da humanidade de seu direito de escolher o modelo de sociedade que deseja<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Uma ampla pesquisa acerca da **Percepção Pública da Ciência e da Tecnologia no Brasil**, realizada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia em 2010, mostra que, do total de entrevistados, 38% acreditam que Ciência e Tecnologia trarão apenas benefícios para a sociedade; 42%, mais benefícios do

## 1.2.2 ACT: postulações de Gerard Fourez

Neste item, apresentam-se substratos das concepções de Gerard Fourez (1997, 2003), licenciado em filosofia e matemática e doutor em física teórica. Os escritos desse autor apresentam confluências com as necessidades formativas do engenheiro e estão em consonância com a perspectiva crítica da educação sobre a qual se discorreu no capítulo II desta tese, bem como com as possibilidades pedagógicas acenadas por autores que discutem a educação na cibercultura abordadas no capítulo III.

Com base no entendimento de que há um consenso de que a inserção na sociedade contemporânea exige, cada vez mais, familiaridade com a ciência e a tecnologia, Fourez (1997) apresenta a expressão ACT como uma metáfora que alude à importância da alfabetização para ler e escrever no final do século XIX. Para esse autor, a expressão ACT designa um tipo de saber, de capacidade, de competência que, no mundo técnico-científico em que se vive, corresponde ao que foi a alfabetização no século passado, período em que a educação escolar tornou-se obrigatória e a leitura e a escrita foram tomadas como habilidades básicas e necessárias para a integração na sociedade industrializada.

A perspectiva da ACT é expressa por Fourez como combinação de valores humanistas, sociais, econômicos e políticos:

- Os *objetivos humanistas* visam à capacidade de se situar em um universo técnico-científico e de poder utilizar as ciências para decodificar o mundo, o qual se torna então menos misterioso (ou menos mistificador). Trata-se ao mesmo tempo de poder manter sua autonomia crítica na nossa sociedade e familiarizar-se com as grandes idéias (*sic*) provenientes das ciências. Resumindo,

---

que malefícios; e 14% , que Ciência e Tecnologia trazem tanto benefício como malefício. Outro aspecto relevante apontado por esta pesquisa é que 36% dos entrevistados não se interessam por ciência nem tecnologia por não entenderem e 19,5 % nunca pensaram sobre isso. Mais um resultado obtido foi que o meio mais usado para informações sobre CT é a TV, não aparecendo, igualmente, nos dados organizados, percentuais *sobre informações obtidas na Web* para esse fim.

trata-se de poder participar da cultura de seu tempo

- Os *objetivos ligados ao social*: diminuir as desigualdades pela falta de compreensão das tecnociências, ajudar as pessoas a se organizar e dar-lhes os meios para participar de debates democráticos que exigem conhecimentos e um senso crítico (pensamos na energia, na droga ou nos organismos geneticamente modificados). Em suma, o que está em jogo é uma certa autonomia na nossa sociedade técnico-científica e uma diminuição de desigualdades.

- os *objetivos ligados ao econômico e ao político*: participar da produção de nosso mundo industrializado e do reforço de nosso potencial tecnológico e econômico. A isto se acrescenta a promoção de vocações científicas e/ou tecnológicas, necessária à produção de riquezas (FOUREZ, 2003, p. 113-114, grifos meus).

Em consonância com os objetivos expostos, o autor entende que um indivíduo estará *alfabetizado científica e tecnologicamente* quando: (i) possuir *autonomia* com relação ao conhecimento, tornando-se capaz de tomar decisões frente a uma situação-problema permeada por pressões naturais e sociais, de forma a adquirir certa independência de especialistas e ou de receitas prontas; (ii) desenvolver certa *capacidade de se comunicar* (encontrar maneiras de dizer), abrindo possibilidades de diálogo e debate sobre determinado assunto; e (iii) obter certo *domínio*, uma vez que conhecimento implica em responsabilidade frente a situações concretas.

Percebe-se, assim, que, na perspectiva de Fourez, estar alfabetizado científica e tecnologicamente, para além do domínio de conhecimentos, perpassa, essencialmente, pelo desenvolvimento de atitudes. Para o autor, a ACT deve fornecer ao indivíduo conhecimentos que permitam explorar e compreender o seu próprio mundo, com vistas tanto à integração na sociedade quanto à capacidade de implementar ações para transformá-la, o que significa, sobretudo, tomar consciência de que as teorias e os modelos científicos não serão bem compreendidos se não se souber por que, para que e para quem foram desenvolvidos.

Com esse entendimento, o autor defende que o que deve ser objeto da ACT não é, então, uma série de conhecimentos particulares precisos, mas um conjunto global que permita tanto a orientação como a

compreensão do mundo em que se vive. Entre as razões para fomentar a ACT, Fourez destaca, especialmente, as razões mais humanistas, que são aquelas que se referem à autonomia do indivíduo e às suas possibilidades de se comunicar, bem como às razões econômicas, relacionadas à formação de engenheiros e de mão de obra qualificada.

A preocupação com a formação do engenheiro foi o que atraiu, inicialmente, para os escritos de Fourez. Além disso, entende-se que tanto a perspectiva da ACT postulada por esse autor – expressa pela combinação de valores humanos, sociais, econômicos e políticos –, quanto sua defesa do desenvolvimento de atitudes (autonomia, comunicação e domínio), apresentam confluências com as necessidades formativas dos engenheiros.

Destaca-se, ainda dos escritos desse autor, sua preocupação com a concepção que os professores e os alunos têm de tecnologia. Fourez chama a atenção para o fato de que a maioria dos professores entende as tecnologias como aplicações das ciências e preconiza a necessidade do desenvolvimento de estratégias de ensino-aprendizagem que conduzam à percepção de que a construção de uma tecnologia implica em considerações sociais, econômicas e culturais, ou seja, muito além de uma aplicação das ciências.

Fourez defende que os alunos deveriam compreender o funcionamento dos aparatos tecnológicos e as implicações sociais da tecnologia. Dessa forma, poderiam desenvolver habilidades para negociar com os produtos científico-tecnológicos que estão à sua volta e teriam condições de entender, entre outros aspectos, as relações de poder que se estabelecem a respeito de seu uso.

Outro ponto relevante dos escritos de Fourez (2003), no âmbito desta tese, refere-se à distinção entre ACT *individual* e *coletiva*. O autor argumenta que tal distinção se faz importante quando se questiona quem se quer capacitar para o mundo científico-tecnológico: o indivíduo ou o grupo/a coletividade?

Diante dessa indagação, enfatiza-se a compreensão do autor de que a realidade não é confrontada só na individualidade, “mas também em grupo, em comunidade humana, em sociedade organizada” (FOUREZ, 2003, p. 5-14). Para esse estudioso,

[...] o sujeito da alfabetização científica não é mais o indivíduo, mas o grupo [...] Se a escola se preocupasse mais com a alfabetização dos indivíduos e dos grupos, ela trataria de proporcionar aos alunos **a experiência de ter**

**participado de uma coletividade praticando o debate.** (FOUREZ, 2003, 5 e 6/14, tradução e grifo meus).

Como já colocado Fourez sinaliza uma preocupação com o que designa de polarização entre duas atitudes educativas: a que promove a formação do indivíduo e reforça o seu poder e a que visa fortificar a cultura cidadã de coletividades. Para o autor, ambas as atitudes são indissociáveis, mas a percepção de tal polarização pode conduzir ao questionamento da frequência com que um ensinamento tem sido “pensado com o objetivo de criar uma cultura de grupo que capacite uma coletividade para deliberar mecanismos sociais e políticos de decisões científicas e técnicas (ou outros tipos de decisão que implicam ciências ou tecnologias)” (FOUREZ, 2003, p. 6-14).

Do exposto até aqui, reforça-se que se buscaram as contribuições de Fourez no âmbito desta tese, primeiro, porque esse autor demonstra preocupação com a formação de profissionais tanto da área científica como tecnológica. Nesse contexto, como já mencionado, merece destaque à sua preocupação no sentido de que professores e alunos entendam que a “tecnologia” é um constructo social e, portanto, não se restringe à aplicação de conhecimentos científicos.

Do mesmo modo, também merece destaque a compreensão que Fourez possui de ACT, a qual perpassa, entre outros aspectos aqui pontuados, pelo *desenvolvimento de atitudes*, um importante elemento a ser contemplado quando é almejada uma formação crítica para alunos de engenharia, cuja profissão possui reconhecido poder de decisão sobre questões científicas e tecnológicas na sociedade contemporânea. Fourez, para além de elucidar a importância do desenvolvimento de atitudes na ECT, traz as primeiras pistas a respeito de quais deverão ser as atitudes trabalhadas ou potencializadas, a saber: *autonomia, domínio/responsabilidade e capacidade de se comunicar*.

Compreendem-se tais atitudes como extremamente relevantes para o contexto da engenharia e para o cenário atual da sociedade contemporânea, para a qual as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) trouxeram dimensões jamais vistas no que concerne à comunicação, ao acesso e ao tratamento de informações. No capítulo III desta tese, pontuam-se desafios apontados por autores que discutem a Educação na Cibercultura e que sinalizam potencialidades dos espaços sociais da Web 2.0 para que esses possam se constituir como espaços de transformações desejadas na Educação. É nesse

contexto que se vê a relevância da ACT *individual e coletiva* sinalizada por Fourez (2003).

### 1.3 SÍNTESE DAS CONTRIBUIÇÕES DO MOVIMENTO CTS E DA ACT

Quadro 2 - *Fatores e circunstâncias* para promover uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade

<b>Compreender a ciência e a tecnologia como atividades sociais</b> e, como tais, condicionadas a atores econômicos, políticos e sociais.
Compreender as relações contemporâneas entre ciência e tecnologia. <b>Há uma inversão da hierarquia entre ciência e tecnologia</b> , isto é, uma mudança de regime no conhecimento científico, integrando lógica empresarial de negócios e mobilização de recursos. Os avanços científicos e tecnológicos precisam ser discutidos em relação ao contexto sócio-histórico em que se vive.
Compreender (ou problematizar) que o <b>desenvolvimento tecnológico não está diretamente relacionado ao desenvolvimento humano</b> ou problematizar (desconstruir) a ideia de que o desenvolvimento social e humano advém da inovação tecnológica.
<b>Superar os mitos:</b> superioridade de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista da CT e determinismo tecnológico. A superação de tais mitos é fundamental para leitura crítica de uma sociedade cada vez mais permeada pelas questões CT.
Construir <b>conhecimentos, habilidades e valores</b> necessários para a <b>tomada de decisões</b> , responsáveis sobre questões científicas e tecnológicas na sociedade, bem como para atuar na solução de tais questões. -Que <b>conhecimentos</b> ? Para além dos científicos e tecnológicos, políticos, jurídicos, de políticas públicas, filosóficos e sociológicos. -Que <b>habilidades</b> ? Capacidade de se comunicar, autonomia e domínio/responsabilidade frente a uma situação concreta. -Que <b>valores</b> ? Valores humanos – solidariedade, fraternidade, consciência do compromisso social, reciprocidade, respeito ao próximo e generosidade – que façam frente à hegemonia dos valores econômicos na sociedade contemporânea e à eficiência técnica.
<b>Participar de debates</b> com vistas à tomada de decisões fundamentadas, <b>com base em temas contemporâneos, de controvérsias, de problemas reais marcados por CT</b> , numa perspectiva de democratização, e não restrito ao campo técnico-científico, ou seja, incluindo elementos do âmbito do juízo de valor. Por meio da discussão de valores relacionados às necessidades humanas, é possível contribuir para a formação de cidadãos críticos e comprometidos com a sociedade.
Participar de processos de <b>decisões coletivas que</b> , permeadas pelo debate, capacitem a coletividade para deliberar mecanismos sociais e políticos de decisões científicas e técnicas ou outro tipo de decisão que implicar CT.

Fonte: Organização da autora.

Como anunciado no início deste capítulo, buscaram-se encontrar, por meio dos substratos apresentados, subsídios para apontar *Fatores e circunstâncias* (FC) da ECT que contribuam para uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em cursos de engenharia.

No Quadro 2, apresentam-se tais *Fatores e circunstâncias* que, organizados com base em referenciais teóricos já consolidados, tanto no contexto da educação tecnológica quanto no ensino de ciências, podem auxiliar colegas professores que almejam uma formação como a defendida nesta tese para os cursos de engenharia, bem como para outros contextos.

A síntese do Quadro 2 apresenta ao leitor o que se compreende, nesta tese, por formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Isso porque pode contribuir para o esclarecimento do contexto científico-tecnológico imbricado na sociedade atual e, igualmente, corroborar a formação de um cidadão crítico, que tenha consciência do poder de suas escolhas e ações – em questões marcadas por ciência e tecnologia – para transformar a sociedade.

## CAPÍTULO II - FORMAÇÃO CRÍTICA COMO PRÁTICA PEDAGÓGICA

O estudo exposto no capítulo I trouxe os subsídios para compreender quais são as preocupações e os objetivos básicos da Educação Científica e Tecnológica contemporânea, no que se refere às relações entre ciência, tecnologia e sociedade, como também os subsídios que apresentam confluências com as necessidades formativas dos engenheiros na atualidade.

Este capítulo, por sua vez, tem como foco principal as contribuições da pedagogia da liberdade de Paulo Freire e da pedagogia crítica de Henry Giroux. Paulo Freire, pedagogo nascido no Brasil em 1921, considerado um perito em estratégias de alfabetização de adultos no Terceiro Mundo (TORRES, 2011), é um dos mais reconhecidos educadores críticos. Sua obra, traduzida há vários anos para quase 40 idiomas, é uma referência no campo da pedagogia crítica. Quanto a Henry Giroux, é um dos fundadores da pedagogia crítica nos Estados Unidos na década de 1990 e está entre os autores que promoveram importante ponte entre a teoria crítica de Paulo Freire e a cultura midiática no campo educacional. Suas postulações relativas à pedagogia crítica se configuram como referência fundamental no contexto brasileiro pós-Freire.

Os escritos desses autores trazem bases conceituais e subsídios – aqui rotulados de *Fatores e circunstâncias* (FC) – para que uma formação crítica possa ser concretizada como prática pedagógica. Assim como no capítulo I, no final deste capítulo, expõe-se um quadro-síntese dos FC que emergiram do estudo ora apresentado.

Além das questões pedagógicas, o olhar que se lançou sobre esses autores tem como foco tanto a concepção democrática de ensino como a concepção de politicidade, esta última entendida como uma “cidadania que sabe manejar o conhecimento inovador” (DEMO, 2011, p. xiv) ou ainda uma cidadania que sabe manejar crítica e criativamente o conhecimento sobre a realidade para poder transformá-la. Segundo Demo (2011, p. xv), “a politicidade é algo intrínseco do fenômeno educativo ou de sua qualidade mais profunda e, [...] não se restringe à qualidade política, mas exige a qualidade formal” (DEMO, 2011, p. xv).

No caso específico de Freire, sobre cujas contribuições se discorrem a seguir, o que substancia o conceito apresentado de

politicidade<sup>11</sup> é sua concepção de que “conhecer, aprender não são fenômenos apenas lógicos e técnicos, mas fundam-se na propriedade humana como tal, sempre política no sentido da criação de um sujeito capaz de história própria” (DEMO 2011, p. xv).

## 2.1 PILARES DA PEDAGOGIA DA LIBERDADE DE PAULO FREIRE

Dá-se início a este item com uma citação que advém propositadamente de uma referência que mostra a mencionada articulação entre Freire e Giroux:

Não existe um processo educacional neutro. A Educação ou funciona como instrumento usado para facilitar a integração da geração mais jovem na lógica do sistema atual e trazer conformidade à mesma, ou então, torna-se a ‘prática da liberdade’ – o meio através do qual homens e mulheres lidam crítica e criativamente com a realidade e descobrem como participar da transformação de seu mundo (FREIRE, 1973, p. 15, *apud* GIROUX, 1997, p. 62).

Para compreender os fundamentos teóricos metodológicos da prática pedagógica de Freire, em busca de indicativos para potencializar uma formação crítica, utilizaram-se as obras *Educação como prática da liberdade* (FREIRE, 1999) e *Pedagogia do oprimido* (FREIRE, 1982). Nessas duas obras, Freire propõe um método problematizador que, baseado no diálogo, em contraposição ao ensino tradicional, é capaz de promover a formação crítica. Tal feito tornou o autor referência no

---

<sup>11</sup> Optou-se por fazer uma demarcação usando o termo “politicidade”, pois o que se quer é uma visão de “política” como capacidade crítica de ler o mundo. É esse recorte que se quer de todos os autores usados ao longo desta tese. As citações de Pedro Demo trazidas para subsidiar o entendimento que se tem de politicidade advêm da leitura que esse autor faz da reconstrução da obra de Freire apresentada por Carlos Alberto Torres. Tal leitura encontra-se na *Introdução: educação crítica, libertadora e cultural*, do livro de Carlos Torres (2011), que é membro fundador do Instituto Paulo Freire em São Paulo e tem sido figura central do movimento internacional em torno da pedagogia libertadora de Freire.

campo educacional crítico tanto no contexto nacional como no internacional.

O movimento de Freire, dirigido à alfabetização de adultos, começou em 1962, no Nordeste, região mais pobre do Brasil, na época com 15 milhões de analfabetos para uma população de 25 milhões de habitantes (FREIRE, 1999). Sua preocupação com a alfabetização sempre se dirigiu às massas oprimidas, sendo que nunca deixou de acreditar na liberdade dessas massas e em seu poder de criação e de crítica.

Em *Educação como prática da liberdade*, encontram-se as condições sócio-históricas que levaram o autor a enfrentar o problema da alfabetização no país. Entende-se que seja relevante discorrer brevemente sobre esse contexto, pois, como explica o próprio Freire, seu esforço educativo, ainda que tenha validade em outros contextos, foi marcado pelas condições especiais da sociedade da época. Uma sociedade que, marcada pela emergência política das classes populares e pela crise das elites dominantes, “apresentava violentos embates entre um tempo que se esvaziava, com seus valores, com suas peculiares formas de ser, e que ‘pretendia’ preservar-se em outro que estava por vir buscando configurar-se” (FREIRE, 1999, p. 43).

O ponto de partida para a análise da transição que se desenhava perpassava pelo reconhecimento de uma das marcas mais fortes na sociedade brasileira e que tem suas raízes no passado colonialista e escravocrata do país: a inexperiência democrática. Nesse contexto, Freire entendeu que o esforço para encontrar uma resposta no campo pedagógico para as condições de transição da sociedade brasileira precisava, além de considerar o problema do desenvolvimento econômico, voltar-se para o problema de participação popular nesse desenvolvimento, principalmente considerar a necessária inserção crítica do homem brasileiro no processo de democratização fundamental que se configurava. Para tanto, as marcas da inexperiência democrática e das raízes histórico-culturais do Brasil não poderiam ser negligenciadas.

Uma possibilidade haveria de ser a proposição de uma educação crítica, de uma educação que tentasse a passagem da transitividade ingênua<sup>12</sup> para a transitividade crítica<sup>13</sup>. Uma educação corajosa que

---

<sup>12</sup> “Transitividade ingênua: se caracteriza pela simplicidade na interpretação dos problemas. Pela tendência de achar que o tempo melhor foi o tempo passado. Pela impermeabilidade à investigação, a que corresponde um gosto comum às explicações fabulosas. Pela fragilidade da argumentação. Por forte teor da

propusesse ao povo “a reflexão sobre si mesmo, sobre seu tempo, sobre suas **responsabilidades**, sobre seu papel no novo clima cultural da época de transição” (FREIRE, 1999, p. 67, grifo meu). Sendo assim, uma educação de forte oposição à educação tradicional. Isto porque Freire compreende que a educação tradicional aliena o sujeito por oferecer um ensino bancário, um ensino centrado no educador que, reconhecido como dono do saber, é o responsável pelo depósito, transferência ou transmissão de valores e conhecimentos. Esse tipo de ensino é considerado pelo autor como uma manifestação instrumental da ideologia da opressão, que acaba por colocar a educação a serviço da desumanização. Isso porque, ao não engajar os aprendizes no pensamento crítico, não promover a criatividade e inibir o diálogo, corrobora a formação de indivíduos passivos e adaptados à servidão.

Para o autor, uma educação que se comprometa com a libertação não pode

[...] fundar-se numa compreensão dos homens como seres ‘vazios’ a quem o mundo ‘enchá de conteúdos’; não pode basear-se numa consciência especializada, mecanicista, compartimentada, mas nos homens como ‘corpos conscientes’ e na consciência como consciência intencionada no mundo. Não pode ser a de depósito de conteúdos, mas a da problematização dos homens em suas relações com o mundo (FREIRE, 1982, p. 77).

Com esse entendimento, ao tomar como campo de reflexão fundamental a consciência do mundo e a consciência de si mesmo e em oposição a uma educação alienante, com vistas à emancipação do indivíduo oprimido, Freire cria uma pedagogia voltada para a prática histórica real, que adota o diálogo como tarefa essencial; uma Educação como Prática da Liberdade que contribui para que o educando passe a

---

emocionalidade. Pela prática não propriamente do diálogo, mas da polêmica. Pelas explicações mágicas” (FREIRE, 1999, p. 69-70).

<sup>13</sup> “Transitividade crítica: a que se chega por uma educação dialogal e ativa, voltada para responsabilidade social e política, caracteriza-se pela profundidade na interpretação dos problemas, pela substituição de soluções mágicas por soluções causais. Por procurar testar os achados e se dispor a revisões. Por negar a transferência de responsabilidades. Por segurança na argumentação pela prática do diálogo e não da polêmica. Pela receptividade do novo, não apenas porque novo e pela não recusa do velho [...]” (FREIRE, 1999, p. 69-70).

ser ativo em seu próprio processo de ensino-aprendizagem, de forma a emergir da condição de oprimido (FREIRE, 1999).

A respeito do “oprimido”, Carlos Alberto Torres (2011), ao fazer uma constante e criativa reconstrução da obra de Freire, o descreve como aquele marcado pela “pobreza política”, ou seja, que não é flagelado apenas pelas lacunas materiais, mas, sobretudo mantido “ignorante” para que não seja capaz de elaborar com autonomia seu caminho de libertação.

Foi essa compreensão de oprimido associada à de “pobreza política” que fez com que se buscasse, nas postulações de Freire, inspiração para o contexto de ensino na engenharia. Ressalta-se, contudo, como já colocado no início deste capítulo, que, no contexto desta tese, a compreensão de pobreza política está em confluência com a falta de “politicidade”, isto é, com uma cidadania que não consegue manejar crítica e criativamente o conhecimento para fazer suas escolhas, sua leitura de mundo, em questões marcadas por ciência, tecnologia e sociedade, com vistas a promover transformações no modelo de sociedade na qual se está inserido.

A educação libertadora/problematizadora de Freire se funda na criatividade e estimula a reflexão e a ação dos homens sobre a realidade. Para o autor, a inserção lúcida dos sujeitos na realidade, na situação histórico-cultural, conduzirá à crítica dessa situação e ao ímpeto de transformá-la. Assim, a aproximação crítica da realidade configura-se como um esforço de humanização, direcionado à revelação do concreto, do real, em busca da conscientização. Comunga-se com o entendimento do autor de que essa conscientização não se constitui apenas em conhecimento ou reconhecimento, mas também em opção, decisão e compromisso histórico.

Todavia, Freire lembra que ninguém se emancipa, via de regra, sozinho. Um auxílio externo é necessário, mas o oprimido (nesse caso, o aluno) deve saber dispensar essa ajuda, saber dar os próprios passos. A libertação, ou mesmo a conscientização, não pode vir de fora nem ser imposta. Dessa forma, muito do processo de libertação, de autonomia, de conscientização, depende, em grande parte, dos agentes externos à medida que esses se constituam como apoio, motivação e orientação, e não como condutores únicos do processo. Além disso, para realizar sua libertação, o oprimido precisa comandar esse processo, até porque, em última instância, necessita libertar-se de seus libertadores. (FREIRE, 1999).

Para tanto, Freire desenvolve um método problematizador de educação, pautado na ação dialógica, considerada indispensável ao ato

cognoscente desvelador da realidade. A condição imprescindível para que tal método se realize como prática da liberdade, de conscientização, é a superação da contradição entre educador e educando: ambos – educador e educando – devem ser sujeitos no ato de desvelar a realidade para melhor conhecê-la e recriá-la.

Na ação dialógica proposta por Freire, o diálogo é compreendido como:

[...] encontro que solidariza o refletir e o agir de seus sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado, não pode reduzir-se a um ato de depositar ideias de um sujeito no outro, nem tampouco tornar-se simples troca de ideias a serem consumidas pelos permutantes (FREIRE, 1982, p. 93).

Para o autor, não haverá diálogo onde não houver fé nos homens; fé no seu poder de fazer e refazer, de criar e recriar; fé que, segundo Freire, é um dado *a priori* do diálogo. Da mesma forma, o homem dialógico tem fé nos homens antes mesmo de encontrar-se frente a frente com eles e, na ausência de tal fé, o diálogo se configura como uma farsa e transforma-se, na melhor das hipóteses, em manipulação paternalista.

Freire defende que o diálogo, ao fundar-se no amor<sup>14</sup> (nos homens e no mundo), na humildade<sup>15</sup> e na fé nos homens, estabelece uma relação horizontal em que a **confiança** de um polo a outro é uma consequência evidente. A confiança, para esse autor, faz os sujeitos dialógicos cada vez mais companheiros na pronúncia do mundo e, se falha essa **confiança**, é porque falharam as condições apontadas anteriormente, além de que “A **confiança** implica no testemunho que um sujeito dá aos outros de suas reais e concretas intenções” (FREIRE, 1982, p. 96, grifo meu).

---

<sup>14</sup> “O amor, entendido como um ato de coragem, nunca de medo, é um compromisso entre os homens. Onde quer que estes estejam oprimidos ou não, o ato de amor está em comprometer-se com a causa. A causa da libertação. Mas este compromisso porque é amoroso é dialógico” (FREIRE, 1982, p. 94).

<sup>15</sup> “A pronúncia do mundo, com que os homens recriam permanentemente, não pode ser arrogante. O diálogo, como encontro dos homens para a tarefa comum do agir, se rompe, se seus pólos (*sic*) (ou um deles) perdem a humildade” (FREIRE, 1982, p. 95).

Igualmente, não há diálogo se não há nos sujeitos um pensar verdadeiro, um pensar crítico; pensar que, entre outros aspectos, reconhece a realidade como processo, isto é, que apreende a realidade em constante devir, e não como uma coisa estática. Freire argumenta que “Somente o diálogo que implica num pensar crítico pode também originá-lo. [...]” e que “Sem o diálogo não há comunicação e sem esta não há educação verdadeira” (FREIRE, 1982, p. 98). O autor entende que o diálogo é o movimento constitutivo da consciência e a toma como a “misteriosa e contraditória capacidade que tem o homem de distanciar-se (*sic*) das coisas para fazê-las presentes” (FREIRE, 1982, p. 8).

Sendo assim, ainda de acordo com os ensinamentos de Freire, é na ação dialógica que o homem consegue um distanciamento que possibilita objetivar reflexivamente o mundo, as situações e os momentos vividos, de tal forma que passa a estar em condições tanto de julgá-los como de julgar-se e, por isso, torna-se capaz de ser crítico. Todavia, para que o diálogo não se torne apenas troca de ideias e se constitua como uma busca de verdades, a percepção da realidade deve ser investigada, haja vista que é na reprodução crítica da realidade que o homem se reconhece como sujeito que elabora o mundo e se conscientiza de que é responsável por sua própria história. (FREIRE, 1982).

Diante desse entendimento, o processo de alfabetização de adultos postulado por Freire é iniciado por uma *investigação temática*. Tal investigação, se realizada por meio de uma metodologia conscientizadora e, portanto, dialógica, “além de nos possibilitar sua apreensão, insere ou começa a inserir os homens numa forma crítica de pensarem o seu mundo” (FREIRE, 1982, p. 113).

Não é demais enfatizar que é condição obrigatória para tal metodologia que educador e educando se constituam como sujeitos do processo. Nas palavras do autor, “A educação autêntica, repitamos, não se faz de ‘A’ para ‘B’, ou de ‘B’ ou de ‘A’ sobre ‘B’, mas de ‘A’ com ‘B’, mediatizados pelo mundo. Mundo que impressiona e desafia a uns e a outros, originando visões ou pontos de vista sobre ele” (FREIRE, 1982, p. 99).

Portanto, uma investigação temática realizada numa perspectiva dialógica, em que educador e educando se consolidam como sujeitos do processo, possibilitará que a organização e a constituição dos conteúdos, num processo educativo, sejam realizadas de acordo com a visão de mundo de ambos, com vistas a contribuir para que o educando também se sinta protagonista, tanto no processo de investigação quanto na definição dos conteúdos a serem investigados.

Os substratos trazidos até este ponto do presente texto demonstram que a concepção educacional libertadora de Freire tem seus pilares nas categorias: *dialogicidade*, *problematização* e *conscientização*. Tais categorias articuladas em torno de *uma investigação temática* – visando desvelar o pensamento dos indivíduos sobre a realidade – podem contribuir para a formação da consciência crítica dos sujeitos, de forma a instigar a participação no mundo em que vivem para transformá-lo.

Além disso, apresenta-se a primeira pista que Freire dá para que sua metodologia libertadora, conscientizadora e dialógica possa se constituir: a necessidade de uma relação horizontal entre educador e educando. Nas palavras de Torres (2011),

[...] o professor é ao mesmo tempo um estudante, o estudante ao mesmo tempo um professor; a natureza do conhecimento de cada um pode diferir, mas, já que a educação é o ato de conhecer e não meramente transmitir, os estudantes e o professor compartilham uma condição cognitiva semelhante, e estão ligados pelo diálogo pedagógico caracterizado pelo relacionamento horizontal (TORRES, 2011, p. 203).

A seguir, apresentam-se substratos da leitura da metodologia de Freire. Dito de outra forma, discorre-se sobre como são colocadas em prática as categorias *problematização*, *conscientização*, *dialogicidade* e *relacionamento horizontal*. O objetivo não é apresentar em detalhes o método educativo de Freire, mas apontar os substratos que serviram de inspiração para a intervenção pedagógica que se detalhará nos capítulos V e VI desta tese, ou ainda pistas ou inspirações para conceber uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em cursos de engenharia, como prática pedagógica e balizada pelos *Fatores e circunstâncias* apontados no capítulo I.

### **2.1.1 Um olhar para a metodologia de alfabetização de Paulo Freire**

Em seu método educativo para alfabetização de adultos, Freire procura romper com as relações autoritárias impregnadas na compreensão de “escola” e de “professor”. Propõe, em vez de uma *escola* ou mesmo de um *curso* de alfabetização, o *círculo* de cultura, pois, nesse círculo, “a rigor não se ensina, aprende-se em reciprocidade

de consciências” (FREIRE, 1982, p. 6). Igualmente, no lugar do *professor*, apresenta um *coordenador*.

O coordenador, sob a ótica de Freire, deve, como educador humanizador que é, acreditar no pensar autêntico e criativo dos educandos; entender e promover o diálogo como fenômeno humano; e tomar a problematização das situações limites<sup>16</sup> dos educandos como um desafio a ser enfrentado pelos sujeitos envolvidos no processo educativo (FREIRE, 1982, 1999).

Com esse entendimento, Freire postula que o primeiro contato entre os participantes do processo educativo não deve se dar por meio de uma lista de conteúdos explicitados por um programa de ensino, mas por uma conversa informal para esclarecer os objetivos. Isso para criar os primeiros vínculos de simpatia e confiança e, dessa forma, dar os primeiros passos rumo à investigação temática colaborativa.

A investigação temática é um processo realizado por professores e especialistas em busca de situações significativas (DELIZOICOV, 2008) para os alunos. O detalhamento das etapas de investigação temática é apresentado no capítulo III do livro *Pedagogia do oprimido*. Tal dinâmica de investigação é composta por cinco etapas: as quatro primeiras são dedicadas à investigação temática (levantamento preliminar, codificações, decodificações e redução temática); a quinta e última se refere ao trabalho em sala de aula realizado a partir dos dados obtidos nas etapas anteriores.

Delizoicov (2008) esclarece que a investigação temática é um processo que investiga o pensar e o atuar dos sujeitos com relação à realidade e, sendo assim, no primeiro contato, no qual é realizado um levantamento preliminar das condições da comunidade ou do grupo, duas etapas dão sequência à investigação: a codificação e a decodificação. A codificação é realizada a partir de uma situação existencial<sup>17</sup>, com alguns de seus elementos constitutivos em interação. Nessa etapa, emerge o que Freire chama de “estrutura de superfície” – aquilo que de mais aparente e explícito se apresenta, ou seja, a expressão do observado no código e que tem significado na vida cotidiana do educando, originária da sua experiência acumulada, podendo ser

---

<sup>16</sup> Situações limites: problemas ou contradições apresentados pelos alunos sobre um tema. A identificação das situações limites acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade é balizada pelos Fatores e circunstâncias apontados no capítulo I.

<sup>17</sup> “Situação desenhada ou fotografada que remete, por abstração, ao concreto da realidade existencial” (FREIRE, 1982, p. 114).

utilizados, nessa fase, vários canais de comunicação: oral e visual, entre outros. A descodificação, por seu turno, é a análise crítica da situação codificada e implica num reconhecimento do sujeito no objeto.

É nas etapas de codificação e de descodificação, com o auxílio da ação problematizadora do investigador e pela força catártica da metodologia, que os homens exteriorizam a sua visão de mundo, suas contradições (situações limites). Dessa conjuntura, emergirão os temas geradores que permitirão a organização do conteúdo programático da ação educativa. Nessa organização, pode aparecer o que Freire designa de temas dobradiça<sup>18</sup> que são temáticas trazidas pelo investigador (professor ou especialista) que pertencem ao universo temático dos educandos, mas que não são percebidas por eles.

No que se refere à exteriorização da visão de mundo, Freire (1982) adverte que o papel do educador não é falar sobre a sua visão de mundo, muito menos tentar impô-la. Isso porque a visão de mundo que se manifesta nas várias formas de ação reflete a situação do indivíduo no mundo em que se constitui e “Desrespeitar a visão individual/particular de mundo é uma espécie de invasão cultural, ainda que feita com a melhor das intenções” (FREIRE, 1982, p. 101). Para o autor, quanto mais os homens assumem uma postura ativa na investigação de sua temática, mais aprofundam a tomada de consciência da realidade e, ao explicitarem a sua temática significativa, dela se apropriam.

Nesse sentido, Freire pontua a necessidade de se estudar em que nível de percepção de suas contradições se encontram os indivíduos e que isso seja feito de tal forma que a problematização e a dialogicidade – em torno das situações limites que tenham se tornado problemas ou contradições a serem enfrentadas – possam corroborar o trânsito da *consciência ingênua* para a *consciência crítica*. O autor descreve a consciência ingênua como aquela que gira em torno de conhecimentos do senso comum e, como consciência crítica, aquela que gira em torno de conhecimentos sistematizados sobre determinado tema (FREIRE, 1982, 1999).

Assim, a problematização por meio da ação dialógica do conhecimento configura-se como o eixo estruturador da prática pedagógica de Freire. Sob essa perspectiva, o conteúdo programático não pode ser entendido como um presente, mas deverá ser buscado

---

<sup>18</sup> A temática elencadas para o Ciclo II da intervenção pedagógica descrita no capítulo VI poderi ser enquadrada como um tema dobradiça, ou seja, um tema trazido pelo professor que conhece a realidade dos alunos dos cursos de engenharia.

dialogicamente com os educandos. Nesse processo de busca, os educandos precisam se sentir sujeitos de seu pensar, discutindo-o e problematizando sua própria visão de mundo, demonstrada implícita ou explicitamente em suas sugestões e na de seus colegas.

A pedagogia da liberdade proposta por Freire foi desenvolvida para espaços não formais de ensino; no entanto, diversas iniciativas de transposição já foram realizadas para a educação formal. Várias implementações das concepções freireanas no ensino de ciências tornaram-se objeto de investigação e apresentam fundamentação, tanto sobre a investigação temática quanto sobre a ação dialógica e problematizadora.

Merecem destaque, nesse contexto, os escritos de Delizoicov (1991, 2003, 2006, 2008) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), reconhecidos como importantes referências no ensino de ciências<sup>19</sup>. Além de Freire, esses autores fundamentam suas concepções em Snyders (1988); Kuhn (1975, 1987); Bachelard (1976, 1977, 1980); e Piaget (1975, 1984), com foco em suas postulações a respeito de discontinuidades e rupturas na produção do conhecimento científico.

Por reconhecer a relevância de Delizoicov (1991, 2003, 2006, 2008) e de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), recorre-se aos seus escritos para explicitar aspectos das contribuições de Freire e de seus seguidores para a compreensão da atuação pedagógica no ensino de ciências a partir da cultura que o aluno detém. Para esses autores, o diálogo em Freire não se refere apenas àquele que ocorre entre professor e alunos, mas, sobretudo, ao diálogo entre os conhecimentos desses sujeitos. Isso exige uma concepção de educação que tenha, entre suas metas, um planejamento para que a dimensão dialógica ocorra entre conhecimentos advindos de origens distintas: do educador e do educando (DELIZOICOV, 2008).

---

<sup>19</sup> Entre 1979 e 1981 **Demétrio Delizoicov e José P. Angotti** implantaram um Projeto de Formação de Professores de Ciências, desenvolvido em cooperação com o Ministério da Educação da Guiné Bissau e Institut de Recherche, Formation, Èducation e Développement (Paris), com apoio financeiro do Fundo Europeu de Desenvolvimento, adaptando para a educação escolar a proposta de Paulo Freire. Angotti tem se dedicado também à produção de material didático com multimeios e projetos de formação docente à distância. Marta M. C. A. Pernambuco integrou com Delizoicov de 1989 a 1992 a equipe de professores do Movimento Reorientação Curricular, concebido durante a gestão de Paulo Freire na Secretaria Municipal de São Paulo, mantendo posteriormente serviços de assessoria a várias administrações municipais e estaduais em processos de reorientação curricular com abordagem temática.

No entendimento de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), a ênfase que Freire coloca na problematização da compreensão dos alunos sobre os temas se dá, de uma parte, pela valorização do conhecimento empírico do aluno e, de outra parte, por entender que esse conhecimento pode ser analisado como uma “limitação na possibilidade de ir mais além” (FREIRE, 1975, p.126, *apud* DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011). Sendo assim, a apreensão do significado e a interpretação de um tema pelos alunos precisam estar garantidas no processo didático-pedagógico, não somente como uma categoria de análise, mas também para que possa ser problematizada e, dessa forma, ser realizada uma espécie de “psicanálise” (BACHELARD, 1996) de seus conhecimentos.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) ressaltam que, na perspectiva de uma educação dialógica como a de Freire, também precisam estar presentes no processo educativo os significados e as apreensões do tema dos quais o professor é portador. Além disso, entendem o processo de codificação-problematização-descodificação como uma síntese das dimensões dialógica e problematizadora que estrutura o ato educativo. Isso porque, por meio do código que representa as situações envolvidas nos temas, utilizando os mais diversos canais de comunicação existentes, tal processo pode ser organizado de modo a explorar tanto a dimensão dialógica como a dimensão problematizadora.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) esclarecem que, no processo codificação-problematização-decodificação, sistematicamente problematiza-se o conhecimento sobre as situações significativas que vão sendo explicitadas pelos alunos. Nesse processo, identificam-se e formulam-se problemas com o intuito de conduzir à conscientização e à necessidade de introduzir e abordar novos conhecimentos científicos e deles se apropriar. Dessa forma, haverá diálogo entre conhecimentos e, conseqüentemente, possibilidade de estabelecer no processo de ensino/aprendizagem das ciências, uma *dialogicidade tradutora*, a qual deve ser uma das características fundamentais de um modelo didático-pedagógico que tem como eixo estruturante a problematização dos conhecimentos (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011).

É por meio do “diálogo tradutor” (DELIZOICOV, 1991) que o professor deve identificar e apreender o conhecimento que o aluno detém para problematizá-lo, ou seja, deve aguçar as contradições e localizar as limitações desse conhecimento quando cotejado com conhecimento científico. Nesse caso, o objetivo é propiciar um distanciamento crítico do educando no que concerne ao conhecimento

que ele já possui e simultaneamente apresentar a alternativa para a apreensão do conhecimento científico. Para tanto, é indispensável buscar a desestabilização das convicções e explicações contidas no senso comum dos alunos para, então, formular problemas que conduzam à compreensão do conhecimento científico (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011).

Contudo, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) ressaltam que tal prática docente se constitui um desafio ao professor, uma vez que não se trata apenas de diagnosticar as contradições dos alunos ou mesmo de informar a existência de diferenças entre conhecimentos do senso comum e o conhecimento científico, mas também de paralelamente oferecer elementos contextuais que possibilitem ao aluno apropriar-se da visão de mundo em que a produção científica está inserida. Os autores pontuam que uma possibilidade de se estabelecer a dinâmica da *dialogicidade tradutora* em sala de aula, e que se caracteriza como uma transposição do método de Freire para o ensino formal de ciências, é a estrutura didática dos três momentos pedagógicos: *problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento*.

A **problematização inicial** tem como meta problematizar o conhecimento do grupo por meio de um levantamento do que os seus integrantes pensam ou sabem sobre as situações que envolvem o tema em questão. É o momento “caracterizado pela apreensão e compreensão da posição dos alunos ante as questões em pauta” (DELIZOICOV; ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011, p.200). São aguçadas opiniões contraditórias e localizadas possíveis limitações e lacunas relativas ao conhecimento que está sendo expresso. “O ponto culminante dessa problematização é fazer com que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um *problema* que precisa ser enfrentado” (DELIZOICOV; ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011, p. 201, grifo meu).

Na **organização do conhecimento**, é sistematicamente realizado o estudo do tema e são selecionados os conhecimentos necessários para a sua compreensão, de modo que “o professor possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas” (DELIZOICOV; ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011, p. 201). Aqui, são inseridas atividades que contribuem para a generalização do conhecimento, com ênfase na localização e formulação de problemas de outra espécie.

O momento da **aplicação do conhecimento**, por sua vez,

[...] destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais, que determinam seu estudo como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. (DELIZOICOV; ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011, p. 202).

Na aplicação do conhecimento, ocorrem também atividades que auxiliam na generalização do conhecimento; porém o que precisa ser explorado é o potencial explicativo e conscientizador das teorias científicas.

Como colocado anteriormente, não se pretende reproduzir o método educativo de Paulo Freire no contexto da engenharia. No entanto, foram apresentados os substratos da metodologia freiriana e uma transposição para o ensino de ciências que trazem *Fatores e circunstâncias* para inspirar uma intervenção pedagógica com vistas a contribuir para uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, em cursos de engenharia, com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0.

## 2.2 POSTULAÇÕES DA PEDAGOGIA CRÍTICA DE HENRY GIROUX

Henry Giroux, um dos principais defensores da pedagogia crítica americana, é um pesquisador bem aceito no campo educacional brasileiro. Assim como Apple (1995), MacLaren (1997) e Torres (1992), Giroux promoveu uma atualização da perspectiva marxista e ofereceu uma adaptação da teoria crítica a estudos que criticam a escola como instrumento da cultura hegemônica.

Por meio de temas de estudos culturais, e com entendimento da educação como um movimento de resistência, Giroux e os demais autores citados promoveram importante ponte entre as postulações de Freire e a cultura midiática no campo educacional. Isso consolida a importância de Giroux no pensamento crítico brasileiro e, em especial, no contexto desta tese, pois se busca promover uma formação crítica com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0.

Na compreensão de Giroux (1997, 2013), a essência da pedagogia crítica está na vontade coletiva de transformar as escolas e de desenvolver modos de práticas pedagógicas por meio das quais professores e alunos se tornem agentes críticos que questionem ativamente e negociem a relação entre teoria e prática, entre análise crítica e senso comum e entre aprendizagem e transformação social. Em síntese, a pedagogia crítica não está somente interessada em oferecer aos estudantes novas formas de pensar criticamente e de agir com autoridade em sala de aula. Trata, também, de qualificar professores e alunos com habilidades e conhecimentos que lhes permitam questionar crenças e mitos de raízes profundas que validam as mais antiquadas e discriminatórias práticas sociais que estruturam a sociedade, bem como de responsabilizar professor e aluno para a sua intervenção no mundo. Uma educação crítica não pode ter como finalidade apenas treinar os alunos para o trabalho, mas igualmente educá-los para que questionem criticamente as instituições, as políticas e os valores que modelam suas vidas, as relações com o outro e uma infinidade de vínculos com o mundo globalizado (GIROUX, 1997, 2013).

Giroux (1997) enfatiza que qualquer ensaio de reformulação do papel dos educadores precisa partir da compreensão do propósito da educação. Nesse sentido, se esclarece que, no âmbito desta tese, a compreensão de educação está em confluência com uma educação que se propõe contribuir para a formação de indivíduos com capacidade para aprender, com vistas a corrigir e aprimorar as técnicas culturais existentes (ABBAGNANO, 2000). Isso porque se busca contribuir para a ampliação de espaços nos quais o futuro profissional, ao longo de sua formação, possa refletir criticamente sobre sua **responsabilidade social**, bem como sobre o poder de suas ações e de suas escolhas para a transformação da sociedade em questões marcadas pela ciência e pela tecnologia.

Diante do exposto, dá-se início à apresentação dos substratos dos escritos de Giroux, emergentes de seu livro *Os professores como intelectuais - rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem* (GIROUX, 1997), em que sua preocupação central é oferecer subsídios para a compreensão de como tornar a escolarização significativa de forma a torná-la crítica e emancipadora. Igualmente, se discorre sobre suas postulações mais recentes advindas de Guilherme<sup>20</sup> (2005) e do artigo *La Pedagogía crítica en tiempos oscuros*, do próprio Giroux

---

<sup>20</sup> Entrevista com Henry Giroux - Qual o papel da pedagogia crítica nos estudos de língua e de cultura?

(2013), no qual explicita, entre outros aspectos, sua preocupação com a educação para a cidadania democrática num mundo globalizado.

Discorre-se, inicialmente, sobre dois conceitos trazidos por Giroux (1997): a definição de *escolas como esferas públicas democráticas* e a definição dos *professores como intelectuais transformadores*.

Como *esferas públicas democráticas*, segundo Giroux (1997), as escolas passam a ser consideradas locais democráticos<sup>21</sup> que promovem a liberdade individual e a justiça social; locais onde os alunos aprendem o conhecimento e as habilidades indispensáveis para viver na autêntica democracia. Igualmente, as escolas passam a ser edificadas em torno de formas de investigação crítica que valorizam o diálogo significativo e a atividade humana (GIROUX, 1997). Na concepção desse autor, tal entendimento é fundamental para tornar a pedagogia crítica uma proposta possível de ser realizada.

Do entendimento das escolas como *esferas públicas democráticas*, ou seja, da inclusão da dimensão política<sup>22</sup> à noção de escolarização, emerge a compreensão dos professores como *intelectuais transformadores*, capazes de modelar as maneiras, onde o tempo, o espaço, a atividade e o conhecimento estabelecem o cotidiano escolar.

Compreendidos como *intelectuais transformadores*, os professores passam a combinar “reflexão e ação no interesse de fortalecerem os estudantes com as habilidades e conhecimento necessários para abordarem as injustiças e de serem atuantes críticos comprometidos com o desenvolvimento de um mundo livre de opressão

---

<sup>21</sup> A visão de Giroux de democracia aponta para um duplo esforço: fortalecimento pedagógico e transformação pedagógica. O primeiro aponta para a organização, o desenvolvimento e a implementação de formas de conhecimento e práticas sociais nas escolas; o segundo, para a necessidade de professores e alunos lutarem contra formas de opressão na sociedade mais ampla e para o entendimento de que as escolas representam apenas mais um lugar para essa luta.

<sup>22</sup> Para Giroux (1997), a dimensão política não significa o sentido mais literal do termo, mas sugere que se ofereça a estudantes e professores instrumentos que lhes permitam olhar para além de suas vidas particulares para obter uma compreensão das bases políticas, sociais e econômicas da sociedade mais ampla. “Político, neste sentido, significa possuir os instrumentos cognitivos que permitam uma participação ativa em tal sociedade” (GIROUX, 1997, p. 87 ). Em seus escritos mais recentes (Guilherme, 2005 e Giroux, 2013), o autor explicita seu posicionamento político em defesa da educação formal e não formal como oposição ao neoliberalismo e ao capitalismo.

e exploração” (GIROUX, 1997, p.29), ou seja, assumem a responsabilidade de dar aos estudantes voz ativa em suas experiências de aprendizagem.

Nessa perspectiva, além da promoção de realizações pessoais advindas da qualificação para o trabalho, é essencial que tais professores se preocupem em contribuir para que os alunos desenvolvam a capacidade de interpretar o mundo criticamente para que possam transformá-lo com base em sua visão de mundo (GIROUX, 1997, GUILHERME, 2005)

Giroux (1997) explicita a sua concepção de que todo ser humano é um intelectual, por conta de sua capacidade de pensar, de gerar ideias, de ser autocrítico e de articular conhecimento advindo de várias fontes, com formas de autodesenvolvimento e de desenvolvimento social. No entanto, ressalta que aqueles que são reconhecidos como intelectuais pela sociedade têm a função social de produzir ideias intelectuais e possuem a responsabilidade acrescida de “examinar o modo como o poder permeia as instituições, os indivíduos, as formações sociais e o dia a dia, de modo a *permitir* ou *anular* os valores, identidades e relações democráticas” (GUILHERME, 2005, grifos meu).

Em seus escritos mais recentes, demonstrando sua preocupação com uma cidadania democrática em uma sociedade globalizada, Giroux (2013) usa as designações *intelectual público* e *esfera pública globalizada*. Para o autor, os educadores devem ser considerados intelectuais públicos, uma vez que, além de estabelecerem ligação entre as ideias críticas, as tradições e as disciplinas, assumam a responsabilidade de articular suas atividades de ensino e pesquisa com as questões mais amplas da sociedade; aprendam a utilizar instrumentos da democracia para marcar a diferença como agentes sociais e questionem o que significa capacitar os alunos para analisar os problemas sociais (GUILHERME, 2005; GIROUX, 2013).

Destaca-se, ainda, no contexto desta tese, a responsabilidade atribuída por Giroux aos intelectuais, no que se refere à análise dos modos como a informação e o sentido se articulam para organizar, validar e colocar em circulação valores, bem como para estruturar a realidade e oferecer noções específicas de ação e identidade. Em consonância com esse autor, tal responsabilidade – que se configura como um desafio – requer dos intelectuais públicos um novo tipo de cultura e um entendimento crítico quanto aos meios de comunicação e informação, principalmente no que tange ao novo e poderoso papel que os recursos digitais preconizam como instrumento, o que Giroux denomina de “uma pedagogia pública” (GUILHERME, 2005).

Entre os diversos conceitos que, segundo Giroux, têm implicações metodológicas para professores e pesquisadores que adotam o papel de *intelectual transformador*, destaca-se, para o presente estudo, a *redefinição da política cultural* referente à construção da pedagogia em sala de aula e à voz do estudante. “A pedagogia como forma de política cultural precisa ser entendida como um conjunto concreto de práticas que produzem formas sociais, através das quais, diferentes tipos de conhecimentos, conjuntos de experiências e subjetividades são construídas” (GIROUX, 1997, p. 31). Em outras palavras, a partir de uma redefinição da política cultural, o professor, como intelectual transformador, passa a instituir “espaços públicos nos quais os estudantes possam debater, apropriar-se e apreender o conhecimento e habilidades necessárias para atingir a liberdade pessoal e a justiça social” (GIROUX, 1997, p.203).

Giroux (2013) entende que assumir um projeto pedagógico que dê prioridade ao debate, à deliberação, à divergência, ao diálogo e ao espaço público assume caráter central para promover a cidadania global; uma cidadania que capacite as pessoas à participação democrática e coletiva no mundo com vistas à transformação social.

Os substratos apresentados demonstram como Giroux procura incitar à responsabilidade democrática, tanto às Instituições de Ensino como aos professores, oferecendo fundamentos para uma renovação de suas visões e de suas práticas e, igualmente, como esse autor defende o potencial da escola, das Instituições de Ensino Superior e da autonomia do professor para transformações na sociedade.

Ressalta-se, ainda dos escritos de Giroux (1997), sua compreensão de que uma decodificação crítica da história precisa estar aliada a uma visão de futuro que não só desconstrua mitos existentes na sociedade, mas que também alcance áreas de desejos e necessidades que encobrem a ambição por novas formas de relações sociais e por uma sociedade mais justa e mais humana. Na visão desse autor, as escolas deveriam educar os alunos a partir da noção kantiana, ou seja, para uma “melhor condição futura da raça humana, isto é, para a idéia (*sic*) de humanidade” (GIROUX, 1997, p. 98).

Para tanto, o autor defende que “o conhecimento deve ser problematizado em relacionamentos sociais escolares que permitam o debate e a comunicação” (GIROUX, 1997, p. 51). Igualmente, sinaliza a importância da abertura de canais de comunicação que privilegiem as formas de capital cultural e linguístico por meio dos quais os estudantes dão significado às suas experiências. Nesse contexto, o trabalho em grupo, desvinculado de notas e da centralidade tradicional do professor,

é apontado pelo autor como uma possibilidade de *difusão da autoridade no plano horizontal*, de forma que os alunos desenvolvam habilidades que os tornem capazes de compartilhar a aprendizagem coletiva e apreciar a importância dessa aprendizagem.

O principal elemento, nesse processo, é a *abertura para o diálogo* produtivo entre professores e alunos, bem como entre os pares, com vistas a oferecer uma *base de conscientização* que minimize as relações marcadas pelo domínio, pela subordinação e pelo respeito acrítico à autoridade. Isso porque é “somente na ausência de relações escolares opressivas e hierárquicas que alunos e professores poderão se comunicar, sem medo ou intimidação, dentro do contexto de sua própria linguagem e cultura” (GIROUX, 1997, p.108).

Ao apontar a *horizontalidade das relações sociais*, a *ação dialógica*, a *problematização* e a *conscientização* como indicadores importantes para um modo crítico de tratar o conhecimento, Giroux remete à teoria educacional de Paulo Freire. De forma geral, infere que Freire, em sua crítica à educação tradicional – rotulada por esse autor de educação bancária – “fornece a base teórica de uma pedagogia radical que expressa esperança, reflexão crítica e luta coletiva” (GIROUX, 1997, p. 150) para uma educação libertadora.

Giroux (1997) entende que os estudos de Freire, ancorados por suas reflexões gnosiológicas e experiências práticas, oferecem uma metalinguagem que ascende a categorias e a práticas sociais que não se constituem como uma receita para uma pedagogia crítica. A *horizontalidade das relações sociais*, a *ação dialógica*, a *problematização* e a *conscientização* se constituem como indicadores teóricos que podem ser úteis em contextos específicos, desde que decodificados e criticamente apropriados.

### 2.3 CONTRIBUIÇÕES DA PEDAGOGIA FREIRIANA E DA PEDAGOGIA CRÍTICA.

O olhar que se teve para as contribuições de Freire e para a transposição dessas contribuições ao ensino de ciências, bem como para as postulações de Giroux, teve como pano de fundo tanto a busca de elementos para potencializar pedagogicamente os *Fatores e circunstâncias* apontados no final do capítulo I, quanto encontrar subsídios ou pistas para engajar os estudantes num processo de formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Assim como se fez no final do capítulo I, expõe-se, no Quadro 3, uma síntese do estudo apresentado no presente capítulo, a qual se designou de *Fatores e circunstâncias para promover uma formação crítica como prática pedagógica*.

Quadro 3 - *Fatores e circunstâncias para promover uma formação crítica como prática pedagógica*

<p><b>Problemática</b> – problematizar, por meio do diálogo, situações limites ou contradições dos alunos referentes a uma temática. Estabelecer uma problematização dos homens em suas relações com o mundo a partir da investigação de um tema.</p>
<p><b>Ação dialógica</b> – é na ação dialógica que o homem consegue um distanciamento que possibilita objetivar reflexivamente o mundo, as situações, os momentos vividos, de tal forma que passa a estar em condições tanto de julgar como de ser julgado, o que o torna capaz de ser crítico. O diálogo é o elemento constitutivo da consciência, o que torna fundamental que seja compreendido como um encontro que solidariza o refletir e o agir dos sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado.</p>
<p><b>Confiança</b> – é consequência de um diálogo fundamentado no amor, na humildade e na fé nos homens, no seu poder de fazer e refazer, de criar e recriar. A confiança faz com que os sujeitos dialógicos sejam cada vez mais companheiros na pronúncia do mundo. Implica o testemunho que um sujeito dá ao outro de suas reais e concretas intenções.</p>
<p><b>Conscientização</b> – promover o trânsito da consciência ingênua (gira em torno de conhecimentos do senso comum) para consciência crítica (gira em torno de conhecimentos sistematizados sobre um tema) por meio de um diálogo tradutor.</p>
<p><b>Relacionamento horizontal</b> – o professor é ao mesmo tempo estudante, e o estudante, ao mesmo tempo um professor, ou seja, professor e estudante compartilham a mesma condição cognitiva.</p>
<p><b>Compreender o espaço acadêmico como uma esfera pública democrática</b> – local onde os alunos e os professores apreendem conhecimentos e habilidades indispensáveis para viver na autêntica democracia.</p>
<p><b>Compreender os professores como intelectuais públicos e transformadores</b> – que assumam a responsabilidade de dar voz ativa aos estudantes em experiências de aprendizagem e sejam capazes de modelar as maneiras onde o tempo, o espaço, a atividade e o conhecimento estabelecem o cotidiano escolar, bem como instituir espaços nos quais os estudantes possam debater o conhecimento e as habilidades para atingir a liberdade pessoal e a justiça social e deles se apropriar.</p>
<p><b>Privilegiar as formas de capital cultural e linguístico</b> por meio dos quais os estudantes dão significado a suas experiências.</p>

Fonte: Organização da autora.

Tendo como sustentação a síntese organizada neste capítulo, entende-se e defende-se que promover o estudo de temas contemporâneos e controversos ou de problemas reais marcados por CT (como sinalizado pelos *Fatores e circunstâncias* apresentados no final do capítulo I) e o debate sobre esses temas ou problemas reais, ancorados tanto pelos pressupostos pedagógicos freirianos (como já postulado por autores que discutem o ensino de ciências), quanto pelas postulações de Giroux, poderá contribuir para a formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade também em cursos de engenharia.

Além disso, conforme se discute no capítulo III, os espaços sociais da Web 2.0 se configuram como novos espaços públicos e democráticos (LAPA, 2013) que, juntamente com seus recursos digitais, constituem parte significativa do capital cultural e linguístico (GIROUX, 1997, 2013) dos jovens na atualidade. Contudo, a articulação entre esses novos espaços sociais contemporâneos e as intervenções pedagógicas parece requerer das instituições de ensino o seu entendimento como *esferas públicas democráticas* e, igualmente, requer professores cujo perfil apresente confluências com o *intelectual público transformador*, conforme as definições apresentadas por Giroux (1997, 2013).



## CAPÍTULO III - EDUCAÇÃO NA CIBERCULTURA

Neste capítulo, apresenta-se um estudo que sinaliza porque a cibercultura é apontada como um espaço de possibilidades para novas rotas para a educação ou ainda para o alcance de transformações desejáveis nesse contexto. Levantam-se perspectivas e desafios para a educação na cibercultura, principalmente com base nos escritos de autores que discutem a cultura digital no contexto da educação e discorrem sobre o potencial da Web 2.0.

Como nos capítulos anteriores, finaliza-se este capítulo com a apresentação de uma síntese dos *Fatores e circunstância* que, por sua vez, sinalizam como os espaços sociais da Web 2.0 podem se constituir como espaço de possibilidade para a educação na cibercultura, com vistas a contribuir para a formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade que se almeja para os estudantes dos cursos de engenharia.

Antes de entrar propriamente no contexto da educação, discorre-se brevemente sobre alguns aspectos das mudanças que permeiam a sociedade na fase atual da cibercultura.

### 3.1 CIBERCULTURA: UM TEMPO DE TRANSFORMAÇÕES?

A sociedade contemporânea já recebeu diversos rótulos, entre os quais, sociedade pós-industrial, sociedade do conhecimento, economia do conhecimento, aldeia global ou sociedade da informação, o mais hegemônico dos termos (BURCH, 2006). Tais designações foram cunhadas com a intenção de identificar e entender as mudanças do novo período histórico, em que o conhecimento e a informação são tomados como elementos centrais.

Castells (2001) argumenta que o conhecimento e a informação foram fatores centrais em muitas, se não em todas, sociedades historicamente conhecidas, e aponta como um novo aspecto, no período atual, “a tecnologia do processamento da informação e o impacto dessa tecnologia na geração e na aplicação do conhecimento” (CASTELLS, 2001, p. 140). Com esse entendimento, o autor abdica dos termos colocados anteriormente e apresenta o conceito de informacionalismo: “um paradigma tecnológico baseado no aumento da capacidade humana no processo da informação em torno das revoluções gêmeas na microeletrônica e engenharia genética” (CASTELLS, 2001, p. 141). Na sociedade atual, o informacionalismo estaria substituindo e absorvendo o industrialismo constituído durante a revolução industrial. Tal fato seria

caracterizado pelo desempenho superior do informacionalismo no que tange ao acúmulo de riqueza e poder.

O autor argumenta que as tecnologias de informação do tempo atual possuem uma relevância histórica ainda maior do que, por exemplo, a invenção da imprensa, e justifica apresentando três características distintas: (i) velocidade autoexpansível de processamento de informação em termos de volume, complexidade e velocidade; (ii) habilidade de conectar tudo a todos os lugares e de permanentes novas combinações; e (iii) flexibilidade em termos de distribuição do poder de processamento em vários contextos e aplicações. Com essa compreensão sobre os fundamentos do informacionalismo, o autor cunha o termo “sociedade em rede” (CASTELLS, 2001), tomada como uma estrutura social emergente que se expande pelo planeta e é formada por redes de informação, movidas pelas novas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC).

O mundo em que se vive é um mundo híbrido (CASTELLS, 2013), não devendo ser rotulado nem como virtual nem como um mundo segregado que separa as conexões *on-line* da interação *off line*. A comunicação sem fio por meio dos novos recursos digitais conecta dispositivos, dados e pessoas à “nuvem”<sup>23</sup> e emerge como um novo repositório de uma ampla constituição de redes sociais que, como uma teia de comunicação, envolve tudo e todos.

As pessoas, não importa a idade, se estão “antenas” ou expressando rejeição às modernidades, lidam cada vez mais, muitas vezes sem ao menos se dar conta disso, com inúmeros artefatos digitais que, por meio de diversas interfaces, obrigam-nas a usar várias tecnologias diferentes. Cita-se, como exemplo, entre os vários na sociedade contemporânea, o uso dos caixas eletrônicos, seja para pagar contas ou para sacar o dinheiro da aposentadoria, bem como para o agendamento de serviços pela Internet para *check-in* de viagens.

Sendo assim, independente da designação elencada, é consenso que a sociedade atual exige dos cidadãos o desenvolvimento de

---

<sup>23</sup> Computação em nuvem, em inglês *cloud computing*, refere-se à utilização da memória e das capacidades de armazenamento e cálculo de computadores e servidores compartilhados e interligados por meio da Internet. O armazenamento de dados é feito em serviços que poderão ser acessados de qualquer lugar do mundo, a qualquer hora, não havendo necessidade de instalação de programas ou de armazenar dados. O acesso a programas, serviços e arquivos é remoto, através da Internet – daí a alusão à nuvem. (<http://www.gartner.com/newsroom/id/707508> - acesso em: 14-02-2016).

habilidades que possibilitem transitar com fluência num mundo cada vez mais permeado pelas TDIC. A evolução constante da Internet e da World Wide Web (WWW), ou simplesmente Web, não para de surpreender com suas múltiplas ferramentas e aplicações e se constitui como um dos pilares da sociedade contemporânea.

A Internet, criada com fins estratégicos e militares, começou a sua trajetória de popularização como plataforma de comunicação habitual descentralizada e não censurada, a partir de meados de 1990. Com o surgimento da Web, passou-se da massa receptora às redes que possibilitam interações, nos mais diversos espaços e no ciberespaço, ou seja, o princípio digital permitiu que os computadores passassem a ser um sistema de conectividade e interação *on-line*, diferenciando-se da TV analógica a qual fazia dos usuários meros receptores (BELLONI, 2001). Nesse contexto, a produção cultural e os fenômenos sociotécnicos que emergiram da relação entre os seres humanos e os objetos técnicos digitalizados em conexão com a rede mundial de computadores – a Internet – caracterizam-se e dão forma à cultura contemporânea como cibercultura (SANTOS, 2015).

Segundo Rudiger (2011, p. 7), tão relevante quanto a apropriação cotidiana da Internet iniciada nos anos de 1990, foi a “exploração publicística e mercadológica que, dessa época em diante, de dentro e de fora do meio, a formatou para a sociedade”. Esse autor entende que daí advém o que vários intelectuais e comunicadores têm rotulado de cibercultura, principalmente pela transformação dos novos aparatos de informação em recursos de fácil acesso e utilização pelas pessoas e pelas instituições.

Para subsidiar suas reflexões sobre a cibercultura, Rüdiger (2011) apresenta um tratamento epistêmico do termo cibercultura, fundamentando-se, para tanto, em Escobar e Lévy. Para o primeiro, a cibercultura é “um amplo processo de construção sociocultural [da realidade] posto em marcha no rastro das novas tecnologias” (ESCOBAR, 2000, p. 57). Já para Lévy (1999, p. 17), mais direto e objetivo, a cibercultura é “um conjunto de técnicas (materiais e intelectuais), de práticas, de atitudes, de modos de pensamento e de valores que se desenvolvem juntamente com o crescimento do ciberespaço”.

Rudiger entende que a cibercultura seja “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” (RUDIGER, 2011, p. 10). Ao alegar um refinamento na compreensão do termo, define cibercultura “como a

formação histórica, ao mesmo tempo prática e simbólica, de cunho cotidiano, que se expande com base no desenvolvimento das novas tecnologias eletrônicas de comunicação” (RUDIGER, 2011, p. 10).

Lapa (2013, p. 24) também se manifesta a respeito e remete a uma visão de cibercultura fundamentada na matriz etimológica dessa palavra apresentada por Quéau (2001), cuja compreensão parte do prefixo grego *cyber* que significa governar, leme. Nessa perspectiva, a cibercultura é entendida como uma cultura de “navegação e governo de si mesmo, governo do coletivo, governo das pessoas livres que se reúnem, virtualmente, na nova ágora do mundo” (QUÉAU, 2001, p. 419). Lapa entende que, ao acreditar na possibilidade de o homem assumir o leme e determinar a direção, Quéau (2001) aponta um possível caminho para lidar com as contradições e os desafios do século XXI o qual o autor sugere ser o “outro” como sua defesa a uma infoética.

Vê-se como importante para o contexto desta tese a visão de Quéau (2001), bem como o entendimento de Lapa (2013), uma vez que se tem a percepção de que há confluências dos escritos desses autores com a busca que se empreendeu de articulação entre os espaços sociais da Web 2.0 e um processo de formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade nos cursos de engenharia. As TDIC, em especial os recursos da Web 2.0, provocam mudanças na maneira de pensar, de trabalhar e de se comunicar, integrando-se às práticas sociais e criando uma nova cultura, entendida como cultura digital ou como cibercultura. Para além da oportunidade de produzir outras formas de representação e cultura, segundo Fantin e Rivoltella (2012), as novas práticas comunicativas apresentam-se também como condição de participação e cidadania na sociedade contemporânea (FANTIN e RIVOLTELLA, 2012).

Todavia, considera-se relevante estar ciente de que essas práticas podem gerar ou reforçar relações de poder e, consequentemente, a exploração e a manipulação das pessoas. Para que isso não ocorra, é essencial que a escola, enquanto espaço de formação e geração de mudanças, problematize o controle que as TDIC podem exercer sobre a vida das pessoas e as forme para uma apropriação crítica e criativa, não apenas para aceitá-las ou negá-las, mas para o seu uso consciente.

A escola, enquanto instituição formadora das novas gerações, tem o desafio e a responsabilidade de propiciar a reflexão crítica sobre os conteúdos que são veiculados por esses meios. Não basta a apropriação das TDIC como recurso pedagógico; é preciso ir além para que possam

deixar de ser apenas “tecnologias de informação e comunicação para se transformarem em tecnologias da educação” (SANCHO, 2009).

Nessa perspectiva, o novo cenário sociotécnico emergente na cultura digital, associado à demanda interna e externa que se coloca às Instituições de Ensino para a inserção das TDIC, exige dos educadores, em todos os níveis de escolarização, uma postura que apresente confluências com a visão cibercriticista de Rudiger (2011). Uma visão que, para Rudiger, se refere a uma postura crítica diante dos novos aspectos que procedem das TDIC, de uma postura que busque identificar potencialidades, problemas e desafios enfrentados pelos sujeitos sociais na atualidade diante da popularização dessas tecnologias.

Compreende-se que tal postura perpassa, entre outros aspectos, pela consciência de que o primeiro e principal motivo do incentivo governamental para a inserção das TDIC na educação escolar guarda relação com o atual cenário político, social, econômico e cultural da sociedade contemporânea, na qual o conhecimento se tornou a mercadoria mais valiosa.

Nesse contexto, o poder hegemônico toma as TDIC como poderosos instrumentos para promover a aprendizagem, tanto do ponto de vista qualitativo como quantitativo. Esse é um efeito da globalização no processo educativo (MOREIRA e KRAMER, 2007) que caminha em paralelo ao reconhecimento crescente do potencial das TDIC nos processos educacionais (COOL e MONEREO, 2010), em especial dos recursos dos espaços sociais da Web 2.0, sendo fundamental ser colocado em pauta, não podendo ser esquecido ou deixado de ser levado em consideração.

Por outro lado, a educação também enfrenta o desafio de compreender e lidar com uma geração que chega à escola com familiaridade e competência para usar as TDIC e que é protagonista de um novo paradigma que exige repensar os aportes teóricos sobre a aprendizagem. São os ditos “nativos digitais” que desenvolvem novos modos de aprender (BELLONI e GOMES, 2008) e têm acesso a um universo de conhecimentos ou informações, muitas vezes independente da mediação familiar e escolar.

Sobretudo para a nova geração, existem questionamentos sobre as transformações trazidas pelas TDIC (DREYFUS, 2012, MOREIRE e KRAMER, 2007). As preocupações giram em torno de questões como a superficialidade das relações, das leituras e das reflexões, o desafio de construção de conhecimento com vistas ao mar de informações disponíveis na rede e, sobretudo, a não neutralidade da Web 2.0. Essas

postulações remetem a uma leitura crítica do novo cenário social com a inserção das novas tecnologias, bem como à compreensão de que a tecnologia é um processo carregado de valores que pode gerar consequências positivas e negativas, dependendo dos indivíduos e dos contextos de apropriação.

Diante do quadro mencionado, a questão fundamental talvez seja aquela que demanda um equilíbrio, ou seja, uma integração que privilegie processos de inovação de equilíbrio, na perspectiva de reunir maiores consensos, e o bom senso para acompanhar a reflexão sobre a mudança cultural que se vive no momento, com vistas a evitar o risco real de que o fosso cultural e de comunicação entre as gerações e as mais diversas instituições, com destaque para a escola e a família, se torne intransponível. Além disso, a recusa de compreensão do novo “ecossistema comunicacional” (BARBERO, 2014, p.122) e de seu impacto na experiência cultural dos jovens incorre no perigo de se renunciar ao reconhecimento de que há mudanças e, principalmente, novos aparatos tecnológicos que formam e informam uma geração.

### 3.2 A WEB 2.0 NA PERSPECTIVA DA MÍDIA-EDUCAÇÃO

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 (PRIMO, 2008, p.101). Com os avanços das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação passou-se da Web 1.0 para a 2.0, já com vistas à Web 3.0.

Definir a Web 2.0 é ter como referência, conforme postula Anderson (2007), um conjunto de tecnologias associadas, como *blogs*, *podcasts*, *wikis*, entre outros, que promovem a conexão entre a sociedade e a Web e, sobretudo, por meio das quais todos são capazes de editar e publicar informações. Sendo assim, mesmo que o termo Web 2.0 traga em si a conotação de uma nova versão de um *software*, a fase 2.0 da cibercultura, além de uma atualização técnica, vem acompanhada de mudanças na política de desenvolvimento, difusão e utilização.

A evolução da Web, somada ao ritmo acelerado de desenvolvimento, disseminação e consumo das TDIC, tem feito com que os novos e os antigos meios de comunicação alcancem praticamente todos os setores da sociedade, o que, para as autoras Coutinho e Lisbôa, significa

Um mundo desterritorializado, onde não existem barreiras de tempo e de espaço para que as pessoas se comuniquem. Uma nova era que oferece múltiplas possibilidades de aprender, em que o espaço físico da escola, tão proeminente em outras décadas, neste novo paradigma, deixa de ser o local exclusivo para a construção do conhecimento e preparação do cidadão para a vida activa (COUTINHO, 2011, p. 5).

Na busca por subsídios para nortear a apropriação crítica e criativa dos recursos da Web 2.0, em especial dos novos espaços sociais virtuais, no contexto escolar, a participação que se teve (e ainda se tem) no grupo de pesquisa COMUNIC permitiu a aproximação de referenciais teóricos no campo da Mídia-Educação, há décadas discutido e assumido por centros de pesquisas e, em especial, pela UNESCO, como “condição *sine qua non* para a educação e para a cidadania” (BELLONI, 2002, p.42). Esse campo de estudo das mídias contempla três dimensões indissociáveis: **inclusão digital**, **objeto de estudo** e **ferramenta pedagógica** (BÉVORT e BELLONI, 2009).

A dimensão **inclusão digital** pode ser vista, num primeiro momento, como a apropriação dos modos de operar as TDIC. Tal apropriação abre “as portas do mundo encantado da rede mundial de computadores, possibilitando a todos se tornarem produtores de mensagens midiáticas” (BÉVORT e BELLONI, 2009, p. 1098). Nessa perspectiva, Pretto (2011) infere que a apropriação das TDIC pode se constituir num elemento necessário para a ampliação de acesso por boa parte da população que ainda não está incluída na cibercultura. Porém, esse autor não deixa de ressaltar que, para avançar do patamar de potencialidade e constituir-se como uma realidade, o acesso às TDIC precisa ser democratizado e as formas de produção precisam ser descentralizadas, numa perspectiva de constituição de redes horizontais, aspectos que se configuram como barreiras e desafios a serem enfrentados para a inclusão digital.

Já a dimensão **objeto de estudo** implica formar as futuras gerações para se tornarem cidadãos que compreendam o significado das mensagens do poder hegemônico na sociedade em que se vive e, portanto, mensagens e conteúdos veiculados pelas mídias de massa, e mais recentemente pelos novos espaços de comunicação, como as redes sociais, que não são neutras, mas expressam os significados e sentidos de quem as detêm.

A dimensão **ferramenta pedagógica** diz respeito ao uso das mídias em situações de aprendizagem e se caracteriza pela necessidade de ir além da perspectiva instrumentalista, o que implica compreender que a transformação das práticas pedagógicas não acontecerá pela simples adoção de recursos tecnológicos de última geração, mas, sim, a partir do desenvolvimento de metodologias de ensino que contemplem a cultura digital e da construção de projetos de aprendizagem desafiadores que estejam integrados aos conteúdos curriculares. Para que isso aconteça, é fundamental que professores e alunos compreendam a nova cultura. Isso perpassa por uma **inclusão digital** que permita, para além da apropriação dos modos de operar as TDIC, que ambos os agentes do processo de ensino-aprendizagem possam ser sujeitos da cibercultura, para “inventar” uma nova pedagogia que faça a crítica da mídia e proponha, à medida do possível, usos criativos nos processos de ensino-aprendizagem.

Uma proposta de estudo das TDIC que contemple as três dimensões apontadas significa “uma educação com as mídias, mas também para as mídias e por meio das mídias” (LAPA; BELLONI, 2012, p.178). Na prática docente, isso significa que, ao tomar contato com as TDIC e desenvolver conhecimentos sobre elas, é mister que o professor compreenda como funcionam, de quais recursos dispõe e, ao mesmo tempo, quais são as possibilidades inovadoras para o uso desses recursos na prática pedagógica sem, contudo, deixar de problematizar os conteúdos e as mensagens que são veiculados por esses meios, em especial, pelos espaços sociais da Web 2.0, conforme se apresenta no contexto desta tese.

Os substratos a seguir, os quais apresentam subsídios para a compreensão das potencialidades dos recursos da Web 2.0 quando articulados a intervenções pedagógicas, foram norteados pelas imbricadas dimensões da Mídia-Educação, isto é, da Web 2.0 enquanto objeto de estudo, ferramenta pedagógica e inclusão digital.

### **3.2.1 A passagem da Web 1.0 para a Web 2.0**

Como já pontuado, com o avanço das TDIC, se vive a fase 2.0 da cibercultura, já com vistas à Web 3.0. A passagem da Web 1.0 para a Web 2.0 apresenta transformações sociotécnicas que merecem atenção para a compreensão do período atual da cibercultura. Para fazer a leitura dessas transformações, recorreu-se, inicialmente, aos escritos de Edméa Santos (2015). No livro *Pesquisa-Formação na cibercultura*, entre outros aspectos, a autora faz uma leitura do cenário sociotécnico da

atualidade, tendo como pano de fundo a sua experiência com a formação de professores e, sobretudo, a compreensão, com a qual se compactua, da necessidade de tal cenário ser apreendido por esses atores sociais.

Para Santos (2015), a cibercultura a partir da Web 2.0 tem se caracterizado pela emergência da mobilidade ubíqua em conectividade com o ciberespaço<sup>24</sup> e as cidades. Expresso de outra forma, dos *desktops* ao *tablet* e celulares com acesso à Internet, observa-se maior fortalecimento da sociedade em rede, uma vez que esta alcança novos patamares de autoria e de exploração das vantagens do ciberespaço. Os dispositivos móveis, com a convergência de interfaces de várias linguagens que permitem editar, produzir e compartilhar em rede textos, imagens, sons de forma estática e dinâmica, associados à evolução da Internet sem fio (*wi-fi*, 3G, 4G), potencializam a comunicação entre o ciberespaço e as cidades e entre estas e o ciberespaço (SANTOS, 2015).

As limitações da Web 1.0 não se restringem ao obstáculo tecnológico de acesso, haja vista que o próprio ciberespaço se constituía de tecnologias que não possibilitavam explorar o potencial de interatividade vislumbrado na atual fase da cibercultura. Não era possível explorar a “dinâmica de intervenção autoral e comunicacional da emissão e da recepção na co-criação (*sic*) de mensagens nas interfaces *on line*” (SANTOS, 2015, p. 19). Nesse sentido, a Web 2.0 pode ser vista como uma evolução tecnológica que caracteriza a passagem da fase 1.0 da cibercultura para a fase 2.0.

Na Web 1.0, os sites eram repositórios de conteúdo desenvolvidos, na maioria das vezes, por especialistas de informática. A autoria desses conteúdos estava condicionada ao domínio da linguagem de programação HTML e, portanto, restava ao internauta navegar, contemplar e copiar. Eram limitações que condicionavam as práticas de cópias de informação, dificultando e inibindo a livre expressão e os processos criativos de autoria. Com o advento da Web 2.0, por meio das linguagens XML e AJAX, os *blogs* e as redes sociais associadas às tecnologias móveis (*tablets*, celulares com acesso à Internet, entre outros) deflagraram um potencial de publicação, compartilhamento e

---

<sup>24</sup> Segundo Lévy (1999, p. 11), o ciberespaço se constitui no universo das redes digitais, um espaço no qual “todo elemento de informação encontra-se em contato virtual com todos e com cada um”. Para Santos (2015, p. 18), o ciberespaço “é um espaço plural de espaços mediados por interfaces digitais, que simulam contextos do mundo físico das cidades, suas instituições, práticas individuais e coletivas vivenciadas pelos seres humanos ao longo da história”.

organização de informações, além de ampliarem os espaços de interação entre os participantes (PRIMO, 2008).

Os substratos apresentados até este ponto da tese sinalizam o que já é recorrente na literatura sobre o potencial tecnológico de articulação entre os espaços da Web 2.0 e as intervenções pedagógicas, ou seja, metodologias desenvolvidas associadas aos recursos dos espaços sociais da Web 2.0 podem contribuir para que o estudante não fique passivo diante da exposição de um conteúdo; abrir novas possibilidades de autoria e de colaboração e ampliar os processos de interação social (SANTOS e PORTO, 2014; FILHO, SILVA e MAIA, 2015).

Porém, cabe pontuar a confluência que se tem com aqueles que atentam para o fato de que a inovação não está nos recursos dos espaços sociais da Web 2.0 e, sim, no uso que se fará deles. As TDIC não definem a sociedade, ou de forma mais específica, a educação que se deseja, mas podem condicioná-la. Sendo assim, transformações desejadas nas práticas pedagógicas – com a intenção de apontar novos caminhos que contribuam para que o estudante seja crítico e ativo, tanto na construção do conhecimento quanto na leitura da sociedade na qual está inserido – requerem também conhecimentos que vão além da compreensão dos avanços técnicos da atual fase da cibercultura.

Como já mencionado, o termo Web 2.0 foi popularizado entre 2004 e 2005 pela O'Reilly Media Group e pela Medialive International. Os escritos de Jenkins, Green e Ford (2014) retratam as formulações realizadas em 2005, por Tim O'Reilly, sobre como as empresas de Web 2.0 adotam a Internet como plataforma para promover, distribuir e aperfeiçoar seus produtos e, para tanto, tomam o *software* como um serviço desenvolvido para execução em múltiplos dispositivos. A Web 2.0 tornou-se, assim, a lógica cultural para o comércio eletrônico, com uma série de práticas empresariais que buscam captar e explorar a cultura participativa (JENKINS, GREEN e FORD, 2014).

Nessa perspectiva, a Web 2.0 tem como princípio motivar o público a participar da construção e da customização de serviços e mensagens, em vez de esperar que as empresas lhes apresentem experiências completas formadas em sua totalidade (JENKINS, GREEN e FORD, 2014). Isso reforça o entendimento de que, além de se apresentar como um período marcado pela evolução das tecnologias, a Web 2.0 refere-se a um conjunto de novas estratégias mercadológicas e processos de comunicação que, mediados por computador com base em processos colaborativos, tem alterado significativamente o cotidiano das pessoas e a área de negócios (PRIMO, 2006). Não é demais pontuar

que muitos são os benefícios de tais alterações, mas também muitos são os inconvenientes, que vão desde plágio, cópia não autorizada de arquivos, vídeos e músicas, problemas com direitos autorais, entre outros.

Não há consenso de que esteja na transformação mercadológica, sugerida pela O'Reilly (2005), o principal significado ou impacto da Web 2.0. Antoun (2008), ao problematizar a supremacia da questão mercadológica propagada pela O'Reilly, sinaliza o poder político da Web no que se pode chamar de “contrapoder” (CASTELLS, 2013). Para tanto, toma como exemplo, entre outros, o fato de, em 2003, a Internet ter auxiliado movimentos sociais contra a guerra no Iraque a promoverem a primeira manifestação internacional descentralizada de massas por meio do *blog* do *Move On* (ANTOUN, 2008).

A expressão “contrapoder” é inspirada nas postulações de Castells (2013). Esse autor baliza sua compreensão dos movimentos estudados em substratos de uma teoria fundamentada no poder, apresentada em seu livro *Communication power* (2008). Castells parte da premissa de que as relações de poder compõem o complexo mosaico da sociedade, pois aqueles que detêm o poder constroem as instituições segundo seus valores e interesses. Todavia, lembra que onde existe poder há, também, o contrapoder, este último considerado como “a capacidade dos atores sociais desafiarem o poder embutido nas instituições da sociedade, com o objetivo de reivindicar a representação de seus próprios valores e interesses” (CASTELLS, 2013, p.10).

Na instância do contrapoder, Castells (2013) e Di Felice (2013), autores com matizes teóricas distintas, apresentam estudos significativos sobre movimentos sociais na era da Internet. Castells (2013) expõe com detalhes um estudo de movimentos sociais conectados em rede, entre os quais estão o *Occupy Wall Street*, nos Estados Unidos (2011), e o *M-15*, na Espanha (2015). Esse autor avalia tais movimentos quanto à formação, à dinâmica e à perspectiva de transformação social e entende que, ao se engajarem em práticas conflitivas, enraizadas nas condições fundamentais do mundo contemporâneo, os movimentos sociais em rede na era digital desenharam as sociedades do século XXI. Entende que esses movimentos configuram-se como uma nova espécie em gênero por conta do potencial interativo e autoconfigurável das novas TDIC, que corrobora o legado mais significativo dos atuais movimentos sociais, ou seja, “afirmar a possibilidade de reaprender a conviver. Na verdadeira democracia” (CASTELLS, 2013, p.177).

Já Di Felici (2013) analisa os movimentos sociais na perspectiva do que chama de net-ativismo. Nas palavras desse autor,

Diante da transformação da capacidade interativa da rede, de uma *Web 1.0* para aquela *Web 2.0*, houve uma reconfiguração do significado do ciberativismo que, nos últimos anos, delinea-se como uma forma intensiva de interação em rede entre os indivíduos, território e tecnologias digitais da conectividade característica da ação social *em e nas* redes (DI FELICI, 2013, p.54, **grifos do autor**).

O net-ativismo ou *netactivism* seria, então, a reconfiguração da forma do ativismo digital *em rede e na* rede. Tem como característica uma identidade cidadã das redes digitais que não nega as diversidades locais e cujas reivindicações avançam na direção do atendimento das necessidades comuns, como: democracia, equidade, consumo consciente e sustentabilidade. O net-ativismo toma as TDIC como aliadas para o fortalecimento de organizações, para a coordenação de movimentos, para difusão de informações, denúncias e petições, assim como para criar canais de participação para a discussão coletiva de ideias e proposição de ações, nos âmbitos local e global (DI FELICI, 2013).

Um exemplo de movimentos sociais no contexto nacional, ao qual Castells dedica o posfácio da edição brasileira de seu livro *Redes de indignação e esperança*, foi a mobilização ocorrida em junho de 2013. Essa mobilização teve como estopim os aumentos das tarifas dos transportes públicos e, nas palavras do autor, significou “um grito de *indignação* contra o aumento de preço dos transportes que se difundiu pelas redes sociais e foi transformado em projeto de *esperança* de uma vida melhor” (CASTELLS, 2013, p.178, grifos meus).

Postulações e estudos como os de Antoun (2008), Castells (2013) e Di Felici (2013) atentam para a potencialidade de uma ação política na *Web 2.0*, bem como para a configuração de novos espaços de participação pública não censurada e com reais condições de transformações sociais. Nesse contexto, o potencial interativo e autoconfigurável das novas TDIC parece ser significativo para consolidação de processos democráticos e relacionamentos não hierarquizados (CASTELLS, 2013; DI FELICI, 2013).

Em outra instância, Pretto (2013) pontua que a perspectiva das redes horizontais advindas a partir da *Web 2.0* suscita diretamente a ideia do pensamento coletivo e traz para o centro do debate a concepção colaborativa. Para esse autor, os movimentos em torno de processos

colaborativos desenvolvidos em redes de articulação abertas, a exemplo do projeto Genoma e do desenvolvimento do *software* LINUX, têm fundamental importância para a sociedade.

A ideia de pensamento coletivo remete às comunidades virtuais ou *on-line* defendidas por Lévy (2002) e Rheingold (1996) como ricos mecanismos no que se refere à distribuição de conhecimento, capacidade de ação e potência coletiva. Rheingold (1996) percebeu a emergência de comunidades virtuais que permitiam aos participantes agirem como filtros humanos inteligentes uns para os outros, por conta de sua motivação pelo excesso de informação que caracterizava a Web desde sua fase 1.0 (COSTA, 2008). Para Lévy (2002), além de filtros inteligentes, as comunidades virtuais, com o apoio das tecnologias da comunicação e informação, deflagram uma nova forma de fazer sociedade cujos alicerces estão essencialmente na cooperação e nas trocas objetivas que favorecem novas formas de acesso à informação e à construção coletiva de conhecimento.

Os substratos apresentados retratam, brevemente, contextos nos quais a segunda geração de serviços *on-line* tem repercussões sociais significativas. Está estritamente relacionada à questão mercadológica, potencializa interações sociais de diversas ordens, a produção e circulação de informações, o trabalho coletivo e a construção social de conhecimento apoiada pelos recursos computacionais, além de ter se configurado, conforme já mencionado, como novos espaços públicos de participação cidadã na sociedade interconectada. No entanto, é também para o mundo dos jovens que a Web 2.0 tem trazido impactos surpreendentes e mudanças culturais, a ponto de ser, por vezes, rotulada como o *habitat* da nação jovem contemporânea.

Mais do que os aspectos viciantes que parecem hipnotizar os jovens, novas linguagens são desenvolvidas com intensa utilização de símbolos, ícones e imagens, não como simples ilustração, mas como verdadeiras produções linguísticas, assistidas por *softwares* especializados na produção e no compartilhamento fácil de imagens (PRETTO, 2011). Chama a atenção o fato de que a miniaturização das tecnologias tem modificado o próprio ato de escrever da nova geração, com o uso intenso do dedo polegar para digitar mensagens no celular, diferente das gerações anteriores que, ainda presas ao ato de digitar ou de datilografar, usam os dedos indicadores no teclado do celular.

No que concerne à apropriação dos recursos da Web 2.0 pela geração jovem, um exemplo marcante foi a rede social Facebook. Em 2004, jovens universitários de Harvard tiveram como objetivo criar um espaço virtual onde as pessoas “se encontrassem, compartilhassem

opiniões e fotografias visando, no início, criar uma rede de comunicação apenas para os estudantes da própria Universidade” (AMANTE, 2014, p.29). O Facebook ultrapassou as fronteiras iniciais de uso e, em setembro de 2006, foi aberto para o registro de qualquer participante, com idade mínima de treze anos. Não é demais sinalizar que, no Brasil, em 2011, essa rede social teve o maior número de usuários (FACEBOOK, 2012).

Nesse sentido, é importante pontuar os escritos de Barbero (2014), semiólogo, antropólogo e filósofo colombiano. Barbero enfatiza que o lugar onde as mudanças são radicalmente visíveis e desconcertantes é o mundo dos jovens, “cuja empatia com as linguagens audiovisuais e digitais é feita de uma cumplicidade expressiva, já que é em suas sonoridades, fragmentações e velocidades onde eles encontram seu idioma” (BARBERO, 2014, p. 134).

Para esse autor, é no novo espaço comunicacional, não mais tecido de encontros de multidões, mas de conexões, fluxos e redes, de onde emergem “novas formas de estar juntos” (BARBERO, 2014), outra sociabilidade e outros dispositivos de percepção mediados pela imbricação da TV, computador e Internet, que, em uma acelerada união entre velocidades audiovisuais e informacionais, atravessam e reconfiguram as relações com o corpo humano. Nesse novo cenário, o antropólogo postula que “a cidade virtual não mais requer corpos reunidos, mais interconectados” (BARBERO, 2014, p. 134).

Barbero lembra e problematiza que a maioria das pessoas na sociedade contemporânea, principalmente os jovens, procura suas referências de comportamento na televisão, na publicidade, na moda, na música, nos espetáculos, entre outros, que agora se articulam também aos espaços sociais da Web 2.0. Igualmente coteja que a cultura digital se converte na única capaz de instruir a maioria “não sobre a natureza da mudança social, mas sobre os efeitos que essa mudança gera na condição de vida das pessoas” (GIL CAVO, 1985, p. 94, *apud* BARBERO, 2014, p. 135).

Compreende-se que os escritos de Barbero, assim como dos demais autores apresentados, reforçam a necessária inserção nas Instituições de Ensino do estudo crítico da cultura digital que permeia a sociedade contemporânea. Como já pontuado, os novos recursos da fase 2.0 da cibercultura geram novos modos de perceber a realidade, as pessoas pensam, interagem e, conseqüentemente, aprendem de maneira diferente, ou seja, desenvolvem habilidades cognitivas que não podem ser ignoradas pelas Instituições de Ensino (COLL & MONEREO, 2010,

PRETTO, 2011; MORAN, 2012; BARTOLOMÉ & GRANÉ, 2013; ALONSO, 2013).

Em especial, a experiência cultural da geração jovem na atualidade vai além da sequência linear impressa, e encontra, quiçá, “mais sentido nas novas imagens e rituais telecomunicativos aos quais conecta sua sensibilidade” (BARBERO, 2014, p.122); sensibilidade que pais e educadores, às vezes, por preconceito, ignoram, deixam de lado ou não valorizam. O livro tem e sempre terá lugar de importância na cultura, mas, na atualidade, mais do que nunca, é impossível negar que o acesso ou a via de comunicação com o mundo da nova geração exige outras abordagens ou, por que não dizer, outras linguagens. O leitor que se forma no contexto atual das TDIC interage com diversas mídias disponíveis na Internet, navega entre nós e conexões, construindo roteiros não lineares e não sequenciais (BRAGA, 2013).

Sendo assim, os recursos da Web 2.0 apresentam potencial para transformações na educação que serão possíveis ou viabilizadas se as reformas educativas, além de perceberem, assumirem que se está passando de uma “*sociedade com sistema educativo para uma sociedade do conhecimento e aprendizagem contínua*” (BARBERO, 2014, p.121, grifos do autor), na qual a idade e o local de aprender ganharam outras dimensões e onde existem novos modos de representação e ação cidadã. Isso perpassa, entre outros aspectos, pela compreensão dos meios como dimensão estratégica da cultura e pela necessária superação da perspectiva instrumentalista das TDIC, ainda dominante no contexto escolar.

### **3.2.2 Perspectivas pedagógicas a partir da Web 2.0**

A atual fase da cibercultura é um espaço-tempo amplo e ainda bastante inédito. O contexto educacional tem buscado compreender suas possibilidades para transformações desejáveis na educação. Parece consensual que o momento é de experimentação. A escola e os professores, ao vivenciarem projetos pedagógicos que permitam o desenvolvimento de pesquisas de suas práticas, poderão contribuir para a constituição de um conhecimento pedagógico dos recursos da Web 2.0 articulado ao contexto ou à realidade das Instituições de Ensino e dos sujeitos que dela fazem parte.

Nesse sentido, a perspectiva da Mídia-Educação apresenta-se como possibilidade para superar uma apropriação meramente instrumental e promover uma integração crítica dos recursos da Web 2.0 no processo de ensino-aprendizagem, com vistas ao desenvolvimento de

práticas que promovam tanto a apropriação crítica desses recursos quanto a formação de sujeitos aptos para atuarem na sociedade contemporânea com vistas a transformações sociais.

No que se refere à apropriação instrumental das TDIC, é relevante pontuar que é entendida como uma etapa necessária para a formação docente, para que o professor possa compreender o potencial pedagógico que cada recurso ou ferramenta pode contemplar. No entanto, para evitar uma apropriação apenas para tornar mais fáceis as rotinas de ensinar, repetindo as mesmas estratégias do ensino tradicional, pautado essencialmente na transmissão de conteúdo, é imprescindível que a etapa instrumental de utilização das TDIC não esteja desvinculada de reflexões e de possibilidades de aplicação pedagógica.

Esse entendimento que se tem encontra subsídios em estudos como os de Espíndola (2010) que discute a adoção e a difusão de tecnologias na educação. Esses estudos sinalizam que é por meio de ciclos de experimentação e reflexão que o professor tem oportunidade de ressignificar o uso de tecnologias em seu contexto. Tais ciclos se configuram como um processo fundamental para que inovações ocorram na prática pedagógica docente. Isso porque a integração de TDIC como um elemento novo pode conduzir a questionamentos e configurar-se como uma oportunidade de aperfeiçoar processos de ensino-aprendizagem, desde que se conheçam as tecnologias, as possibilidades de uso, bem como o potencial das TDIC para o enfrentamento de questionamentos advindos de experiências do ensinar e aprender no ambiente escolar (ESPÍNDOLA, 2010).

É relevante pontuar que a inclusão das TDIC no contexto escolar encontra resistências e que a superação de uma apropriação instrumental ainda é um desafio. Nesse sentido, Moran (2012) discorre sobre três fases de integração das TDIC nas Instituições de Ensino.

Na **primeira fase**, as tecnologias são utilizadas para melhorar o que já vinha sendo feito, para automatizar processos e diminuir custos; na **segunda**, as tecnologias são inseridas parcialmente no projeto educacional das Instituições de Ensino, ou seja, é criada uma página na Internet com algumas ferramentas de pesquisa e comunicação, são divulgados textos e endereços considerados interessantes, são desenvolvidos alguns projetos e atividades no laboratório de informática, mas são mantidas intocadas a estrutura das aulas, as disciplinas e os horários. Na **terceira fase**, é possível observar um amadurecimento de implantação e do avanço nas possibilidades de integração das tecnologias. As escolas repensam o seu projeto político-

pedagógico e o seu plano estratégico, na tentativa de inserção de mudanças significativas com a flexibilização parcial do currículo e com atividades digitais combinadas às presenciais. Emerge a compreensão de que, com os recursos da Web 2.0 associados às tecnologias móveis, os alunos passaram a ter em mãos inúmeras possibilidades de pesquisa, comunicação e publicação, dentro e fora da escola (MORAN, 2012).

A terceira fase apontada por Moran (2012) sinaliza certo amadurecimento da integração das TDIC no contexto escolar. Contudo, o risco de continuar sendo feita a velha educação com uma nova tecnologia ainda perdura. Em especial, no que se refere aos recursos disponíveis na Web 2.0, surge a necessidade de as Instituições de Ensino analisarem e entenderem as novas possibilidades e construírem experiências de utilização com critérios bem definidos, não por conta de um modismo como tanto outros já vividos, mas porque, na fase 2.0 da cibercultura, além das diversas questões já apontadas, parece que se está diante de algo que há tempo é almejado por muitos educadores. Os recursos da Web 2.0 sinalizam para possibilidades de um processo educativo centrado no estudante, sobretudo na ação do aprendiz.

A inversão na condução do processo educativo, centralizado na ação do estudante, mesmo sendo há tempos almejada, não é uma tarefa fácil. É uma pretensão complicada. Nas palavras de Demo (2010, p. 866), “um verdadeiro dilema”. Esse autor, tendo como pano de fundo a obra de Christensen (2002) sobre o “dilema do inovador”, ilustra a urgência de rupturas na educação, em particular diante dos recursos tecnológicos, e pontua que, apesar de o atual contexto tecnológico sinalizar para possibilidades de inovações disruptivas – aquelas que rompem com dinâmicas vigentes e acenam para alternativas radicais –, a escola “tende a encolher-se em seus usos e costumes” (DEMO, 2010, p. 866).

Nesse contexto, um exemplo que merece ser citado é o da lousa digital. Apesar de seus recursos interativos, continua sendo usada e, quando usada, na maioria das vezes para facilitar que o aluno copie ou mesmo grave a aula para seu computador com facilidade, ou seja, é mais um aparato tecnológico utilizado para sustentar práticas tradicionais de aula. O mesmo pode ser percebido na educação à distância que, por vezes, recorre aos recursos digitais para aperfeiçoar a aula, para facilitar a transmissão de conteúdo ou ainda como fator motivacional. Esses são exemplos que demonstram a continuidade do “instrucionismo” (DEMO, 2010), agora inserido no mundo digital, sobretudo pelo fato de a maior parte dos professores não saber fazer diferente, seja pela formação deficiente ou por não ter condições adequadas de trabalho, que vão

desde questões salariais até a infraestrutura física e tecnológica das Instituições de Ensino.

Na visão de Pretto (2011), as novas possibilidades vislumbradas a partir da Web 2.0 acenam para a ideia de escola 2.0, aquela que, alinhada à intensidade do compartilhamento *on-line*, reconhece que chegar a um lugar é importante, mas valoriza a riqueza do caminhar, “do se perder e do experimentar as inúmeras possibilidades trazidas pelo próprio caminhar (e agora navegar). Espaço, portanto, da criação e da experimentação” (PRETTO, 2011, p. 109). Como já pontuado, a Web 2.0 é um espaço fértil para a autoria: os usuários podem e muitas vezes querem participar como autores. É uma autoria cujo produto é por vezes chamado de “remix” (WEINBERGER, 2007, *apud* DEMO, 2010), podendo ir desde praticamente um plágio, forma recorrente, até a produção própria de textos, a exemplo dos *blogs* e *Wikipédia*. Contudo, criar, compartilhar, remixar ou ainda reutilizar informações de forma colaborativa são desafios colocados para a educação em tempos de cibercultura.

Ademais, como já sinalizado, na fase atual da cibercultura, se está diante de possibilidades de aprender transcendendo os bancos das salas de aula e o modelo comunicacional unidirecionais, em que o professor é o emissor e o aluno é o receptor. São possibilidades da Web 2.0 que não substituem as aprendizagens mediadas formalmente pelas instituições educacionais, mas, conjuntamente com práticas inovadoras, podem potencializá-las.

Nessa rota, Lapa (2013), alicerçada em seus estudos sobre o uso de redes sociais para espaços formais e não formais de ensino, argumenta que mais do que trazer de forma “encapsulada a produção de conhecimento possível na *Web* para a escola ou compreender que a *Web*, em si, poderia substituir a escola, seria buscar derrubar estes muros em práticas conjuntas ou complementares” (LAPA, 2013, p. 38).

De outra parte, Nóvoa (2014), ao reconhecer diversos espaços formativos sociais e culturais que emergem com a Web 2.0, chama a atenção para a ideia de desescolarizar a educação. O autor entende que a matriz escolar sobre a qual foi pensada a educação do século XIX está superada e defende, a partir do reconhecimento da importância dos professores para transformação da educação, uma revolução para superar a frágil e deficiente situação na qual se encontram esses profissionais na atualidade. Tal revolução tem seus alicerces pautados em três aspectos: (i) uma organização mais aberta e diversificada de espaços e tempos escolares; (ii) um currículo centrado na aprendizagem do aluno, e não no ensino de competências e conhecimentos; e (iii) uma

pedagogia fortemente colaborativa, que utilize as redes como dispositivos de comunicação e aprendizagens (NÓVOA, 2014).

Os substratos apresentados permitem asseverar que as tendências de educação que se configuram a partir das potencialidades da fase 2.0 da cibercultura vislumbram possibilidades para mudança do paradigma da instrução centrada no espaço escolar e na figura do professor. O professor passa a ser um mediador que aprende junto, que compartilha e constrói conhecimentos com seus alunos. Por meio da Internet, os alunos podem ter acesso a todo o tipo de informação e conhecimento e, nesse contexto, cabe ao professor orientar e observar o fluxo desses conhecimentos, bem como encontrar meios de auxiliar os alunos a elucidarem suas dúvidas (MORIN, 2013).

A perspectiva de uma aprendizagem colaborativa entre professor e alunos, como um processo de interação no qual são compartilhados, negociados e construídos significados conjuntamente, remete a possibilidades pedagógicas inspiradas nas comunidades de aprendizagem, nas quais professor e alunos com diferentes níveis de experiência, conhecimento e habilidades, aprendem juntos por conta do envolvimento e da participação em atividades autênticas e significativas, pela **colaboração** que estabelecem entre si e pela construção coletiva de conhecimento que desenvolvem (LAPA, 2005; COLL e MONEREO, 2010).

Sabe-se que muitas são as barreiras para que o professor seja efetivamente compreendido como mediador do processo educacional, entre elas, a própria cultura ainda dominante no Brasil, segundo a qual a escola é o lugar para “receber” conhecimento. O que se quer ressaltar, todavia, é que a Web 2.0 apresenta recursos que podem potencializar a ação do professor como mediador, bem como processos colaborativos de aprendizagem entre educador e educando. O olhar atento para a possibilidade de **colaboração** entre professor e aluno na construção de conhecimento, respalda-se, principalmente, na possibilidade de se constituírem novas formas e rotas para promover o diálogo tradutor, já discutido no capítulo II e o qual se retomará no capítulo V.

Cabe pontuar que um espaço social da Web 2.0, sinalizado como um ambiente virtual que auxilia com êxito a aprendizagem colaborativa e a constituição de uma comunidade de aprendizagem, é o *blog* (SCHWERTL *et al.*, 2013; FERNANDES, SCHWERTL e LEONEL, 2015). Qualquer pessoa pode criar um *blog* de forma gratuita e simples. Além disso, os *blogs* são ambientes que podem ser organizados de acordo com as necessidades dos usuários, potencializando espaços de autoria e autonomia, uma vez que cada participante pode expor seus

conhecimentos e interesses de forma criativa por meio de textos de autoria própria, vídeos e imagens e pelo compartilhamento de *links* de acesso a plataformas de pesquisa e a outros sítios disponíveis na Web. Sendo assim, os *blogs* podem se constituir como ambientes de aprendizagem que propiciam a colaboração, a discussão, a troca de informações e ideias, além da construção coletiva de conhecimento (SCHWERTL *et al*, 2013; SANTOS e GASPAR, 2012),

Contudo, as novas condições e possibilidades da Web 2.0, articuladas aos dispositivos móveis, só podem ser aproveitadas por “sujeitos” que estiverem incluídos na cibercultura. Sujeito é aqui entendido como “aquele indivíduo capaz de subjetivar sua vivência, instituir sentidos, elaborar conceitos, ideias, juízos e teorias” (LAPA, 2013, p. 26). É aquele que busca conhecer e compreender o mundo em que vive e que, consciente das condições impostas, é capaz de agir na sociedade para transformá-la em busca da sua liberdade e da sua identidade, como sujeito da sua história, e não como mero objeto da sua produção (LAPA, 2005, 2013).

Esse entendimento permite aferir que as Instituições de Ensino têm um relevante papel a desempenhar, uma vez que podem contribuir para a formação de sujeitos, cidadãos da cibercultura. A Web 2.0, com suas interfaces e dispositivos móveis que permitem uma comunicação bidirecional em que os atores do processo educativo sejam autores e emissores de conteúdos e mensagens, não só receptores-consumidores, consolida uma cultura digital que não está posta como algo neutro e desvinculado do projeto hegemônico da sociedade, o que exige que seja compreendida pelas Instituições de Ensino, sobretudo pelos professores e alunos.

No caso dos professores, entende-se que, para que esses sujeitos se constituam como cidadãos da cibercultura, entre outros aspectos, devem enfrentar o desafio de sua inclusão digital no contexto da Web 2.0, em especial para descobrirem, quem sabe, novos caminhos que contribuam para uma educação de qualidade, compreendida no contexto desta tese como uma educação emancipadora, crítica e mais humana.

### **3.2.3 A inclusão digital do professor na Web 2.0 e seus desafios**

A inclusão digital do professor na atual fase da cibercultura é um desafio que vai além da habilidade do uso de computadores, de *softwares*, do *site*, do portal, da consulta *on-line*, do *e-mail*, do *upload* e do *download*. Nessa conjuntura, é indispensável a inclusão digital do

professor a fim de que se capacite para além das potencialidades técnicas da Web 2.0.

Nesse sentido, Santos (2015), ao defender a necessidade de ampliar o debate sobre a inclusão digital, apresenta a ideia de inclusão cibercultural, sob a perspectiva de contemplar a dinâmica específica do que chama de era pós-PC, onde dispositivos móveis e portáteis, a exemplo dos *smartphones*, *tablets*, e mesmo os *netbooks*, conectados ao ciberespaço por meio das telefoniais móveis, potencializam a interatividade na Internet. O incluído cibercultural seria, então, aquele capaz de apropriar-se da dinâmica da Web 2.0 para se empoderar como cidadão e nas cidades.

Os professores, no caso, ao operarem sua inclusão cibercultural, além de seu empoderamento como cidadãos, passam a ter a oportunidade de “contemplar atitudes cognitivas e modos de pensamento que se desenvolvem juntamente com o crescimento da Web 2.0” (SANTOS, 2015, p. 35). Contemplam, assim, a nova geração familiarizada com a liberdade de compartilhamento, autoria, conectividade, colaboração e interatividade. Para tanto, entende-se, assim como Santos (2015), que a inclusão digital ou cibercultural do professor perpassa pela sua participação como cidadão ativo em redes sociais.

Segundo Lapa (2013), subsidiada por Ferreira (1986), o termo rede social, a depender do contexto, se sociológico, psicológico, biológico, econômico, entre outros, parece advir da noção comum do entrelaçamento de fios e teias, fixadas por malhas compondo um tecido. Uma rede social *on-line*, ou apenas rede social como designada na atualidade, é um “processo emergente que mantém sua existência através de interações entre os envolvidos” e que, portanto, “não se forma pela simples conexão de terminais” (PRIMO, 2008, p.105).

O professor ativo em redes sociais poderá vivenciar interações a fim de adquirir novas habilidades emergentes na sociedade globalizada e permeada pela comunicação móvel, tais como produzir, comunicar, compartilhar e até cocriar conteúdos e informações sob os mais diversos formatos que incluem textos, programas, sons, imagens, vídeos e gráficos. Por outro lado, atentos aos novos perfis comunicacionais que se manifestam nos espaços sociais da Web 2.0, os professores poderão também perceber que, nesses espaços virtuais, as pessoas utilizam os mais diversos recursos para expor suas ideias e que

[...] é a **democracia da comunicação** baseada na confluência dinâmica de mídias sociais abertas a

qualquer pessoa em conexão móvel que se consolida com as expectativas e atuações dos usuários que nela encontram interfaces ricas em dispositivos para compartilhamento e colaboração (SANTOS, 2015, p. 35, grifo meu).

As postulações sobre a inclusão cibercultural do professor subsidiam a expectativa, apontada no capítulo II, a respeito do material (postagens/diálogos) que possa se constituir pela articulação dos espaços sociais da Web 2.0 em uma intervenção pedagógica, com vistas a promover uma formação crítica no que concerne às relações entre ciência, tecnologia e sociedade. A partir do olhar docente, tais materiais (postagens/comentários) podem trazer elementos relevantes/significativos para auxiliar a problematização das imbricadas relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Isso porque os espaços sociais da Web 2.0, associados à ampliação do acesso à Internet e aos dispositivos móveis de comunicação, têm constituído redes sociais por meio das quais as pessoas também expressam desejos, emoções, indignações e esperanças, bem como anseios sociais, políticos e econômicos, a exemplo do recente e candente período eleitoral vivenciado no Brasil em 2014.

A hipótese que se levantou— os materiais que se configuram numa rede social contribuem para a ação docente — emergiu de estudos cujos substratos encontram-se no presente capítulo, mas também de um período de participação assídua que se teve na rede social Facebook. No segundo semestre de 2013, em paralelo a construção do referencial teórico, se deu início à participação na rede social Facebook com dois perfis de usuário: um para contato com amigos mais próximos e familiares, e outro voltado para experimentações pedagógicas. A entrada no Facebook no segundo semestre de 2013 teve como principal objetivo a familiarização com os recursos dessa rede social. Em março de 2014, efetivou-se o início do Ciclo I da intervenção pedagógica descrito no capítulo V e ao qual se associou uma pesquisa preliminar sobre o apoio de espaços sociais da Web 2.0 no âmbito de uma intervenção pedagógica.

Um dos objetivos do Ciclo I da intervenção pedagógica era, entre outros aspectos, ampliar os espaços de interação para além do tempo presencial, principalmente para encontrar novas rotas para promover a dialogicidade tradutora discutida no capítulo II. A participação no Facebook, desde o segundo semestre de 2013, não só como usuária, mas como docente observadora e pesquisadora, foi paralelamente

acompanhada por estudos realizados para compreender a dinâmica de uma rede social, principalmente no que se refere à participação e ao envolvimento das pessoas nesses espaços sociais.

Na direção apontada, encontraram-se algumas pistas ainda em Santos (2015), para quem a Web 2.0 também expressa o que realmente motiva as pessoas a se envolverem em redes na mídia social. Para a autora, esse movimento se traduz pela “**liberdade** de expressão de suas autorias, de interlocução e de colaboração, quando os indivíduos estão entregues a si mesmos” (SANTOS, 2015, p. 20, grifo meu), o mesmo ocorrendo quando se entregam ao “sentimento partilhado em rede, em tribos, com base naquilo que é **emocionalmente** comum” (MAFESOLI, 1987, p. 27, *apud* SANTOS, 2015, p. 20, grifo meu). As colocações de Santos configuram-se como pistas para entender a dinâmica das interações nos espaços sociais da Web 2.0, mas também como desafios no âmbito de uma intervenção pedagógica, uma vez que, entre outros aspectos, a relação professor-aluno é marcada por uma relação de poder e avaliação.

De outra parte, exemplos significativos de como as pessoas têm se apropriado das redes sociais, e que trazem indicativos do potencial de articulação entre os espaços sociais virtuais e intervenções pedagógicas, podem ser encontrados na seara de estudos sobre os movimentos sociais que ocorreram na era da Internet em diversas partes do mundo, sobretudo para o empoderamento e a mobilização dos cidadãos para transformações sociais.

O estudo dos movimentos sociais que se realizou foi subsidiado pela participação no projeto de pesquisa *Educação e Tecnologia: investigando o potencial das redes sociais para a formação do sujeito e a produção coletiva do conhecimento*, articulado ao grupo de pesquisa COMUNIC, conforme se expôs na Introdução desta tese. Em busca da compreensão das potencialidades dos espaços sociais da Web 2.0 para a formação do sujeito, tal projeto dedicou-se, também, ao estudo dos movimentos sociais na era da Internet. Partiu do pressuposto, com o qual compactuo, de que o espaço público, além de ser um espaço possível para a existência do sujeito, corrobora a sua formação. A convivência no que se configura como Web 2.0 foi entendida sob a perspectiva habermasiana do agir comunicativo, ou seja, como um espaço de trocas comunicativas não coercitivas que visam ao entendimento comum. Tal pressuposto, articulado ao reconhecimento de que a partir da sociedade do conhecimento outros espaços formativos se configuram além do espaço escolar, ampara o entendimento de que, na

contemporaneidade, um espaço público que merece destaque e atenção são as redes sociais (LAPA, 2013).

Em *Redes de indignação e esperança*, como já pontuado neste capítulo, Manoel Castells (2013) analisa os movimentos sociais conectados em rede, quanto à formação, à dinâmica e à perspectiva de transformação social. Defende que as características dos processos de comunicação entre os indivíduos engajados em movimentos sociais determinam as características do próprio movimento. Dessa forma, considera que os movimentos em rede na era digital apresentam uma organização menos hierárquica e com dimensões de participação jamais vistas na história da humanidade, por conta do potencial interativo e autoconfigurável das novas TDIC (CASTELLS, 2013).

Além disso, subsidiado pela teoria da inteligência afetiva<sup>25</sup>, Castells defende que os movimentos sociais não nascem apenas da pobreza e do desespero político. Contudo, ao lembrar que esses movimentos são constituídos por indivíduos, aponta o papel relevante das emoções para a erupção de um movimento social. Advoga que uma das condições para a formação de um movimento é a existência de um processo de comunicação que propague os eventos e as emoções a eles associados, de forma que a probabilidade de formação de um processo de ação coletiva, propellido por sentimentos como indignação, entusiasmo e esperança, “**é potencializada pela rapidez e interatividade dos atuais processos de comunicação**” (CASTELLS, 2013, p. 18, grifo meu).

As postulações de Castells relativas aos processos de comunicação dos espaços sociais da Web 2.0 e aos aspectos emocionais corroboram a hipótese de que a articulação entre os espaços sociais da Web 2.0 e uma intervenção pedagógica com a intenção de promover uma formação crítica pode permitir o contato com os alunos para além dos espaços presenciais e contribuir para uma dinâmica diferenciada da problematização das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Explicando melhor, a proposição de estudo e debate de um tema polêmico, controverso – sinalizado no capítulo I como rota para fomentar uma formação crítica acerca das relações CTS –, associado à rapidez e interatividade dos atuais processos de comunicação disponíveis nos espaços sociais da Web 2.0, talvez possa abrir novos caminhos para que os estudantes compartilhem seus pontos de vista ou

---

<sup>25</sup> As inferências de Castells acerca da inteligência afetiva para a mobilização sociopolítica advém de seus estudos da obra *The Affect Effect: Dynamics of Emotions in Political Thinking na Behavior* (NEUMAN et al., 2007).

mesmo para um envolvimento diferenciado no debate. São aspectos com potencial para ampliar as possibilidades que o professor, por meio da ação dialógica e problematizadora, pode promover ou instigar a formação crítica desejada.

Destaca-se ainda, da análise de Castells, suas colocações de que os movimentos sociais criam uma comunidade que se baseia na proximidade e na **confiança**. No capítulo II desta tese, discorreu-se sobre **confiança** como elemento fundamental para que um diálogo verdadeiro e horizontal possa acontecer entre educador e educando. Apesar de ser em outro contexto, chama atenção o fato de Castells destacar a importância da **confiança** para que os movimentos sociais se constituam. Isso porque, nas palavras do autor, “sem a **confiança** o contrato social se dissolve e as pessoas desaparecem, ao se transformarem em indivíduos defensivos” (CASTELLS, 2013, p. 7, grifo meu). O sociólogo entende que a **confiança** tem como alicerce a horizontalidade das redes e que, além de favorecer a cooperação e a solidariedade, reduz a necessidade de uma liderança formal.

No que concerne à **confiança** nos espaços sociais virtuais, Costa (2008) advoga que, para as redes sociais serem construídas, estas devem ter como base a **confiança** mútua disseminada entre os indivíduos e presente na forma mais ampla possível. A autora ancora sua inferência retomando os escritos de Robert Solomon e Fernando Flores no livro *Construa a confiança*:

A confiança é uma prática social, não um conjunto de crenças. É um aspecto cultural e o produto de uma prática, não só questão de psicologia ou atitude individual. O problema da confiança é prático: como criar e manter confiança, como se mover na desconfiança para a confiança, de um abuso na confiança para sua recuperação. A confiança é a questão de relacionamento recíproco, não de previsão de risco ou de dependência. A confiança é questão de tecer e manter compromissos, e o problema da confiança não é a perda da confiança, mas sim o fracasso em se cultivar o tecer de compromissos. (SOLOMON e FLORES, 2002, p.31, *apud* COSTA, 2008, p.41).

Sendo assim, os substratos apresentados subsidiam o entendimento de que a **confiança** é um dos horizontes para o professor

que participa de redes sociais buscando nesses espaços virtuais apoio para ampliar as possibilidades de uma formação crítica pautada em interações sociais entre os participantes. Nessa rota, as postulações de Primo (2008) relativas à **confiança** também merecem atenção. O autor atenta para o fato de que a **confiança** pode não ser recíproca, o que significa, por exemplo, que o professor pode confiar no aluno, mas que este pode não confiar no professor e vice-versa.

A **confiança** parece ser, então, um horizonte e um desafio que permeia a inclusão digital do professor que anseia encontrar, nos espaços sociais da Web 2.0, apoio para promover, por meio da ação dialógica e problematizadora, o desenvolvimento de uma consciência crítica acerca das complexas relações contemporâneas entre ciência, tecnologia e sociedade.

O entendimento que se tem de **confiança** como um desafio também vem das postulações de Freire sobre a ação dialógica. Nas palavras do autor, “a **confiança**, ainda que básica ao diálogo, não é um priori deste, mas uma resultante do encontro em que os homens se tornam sujeitos da denúncia do mundo, para sua transformação” (FREIRE, 1982, p.199, grifo meu).

Tendo em vista que, nesta tese, a problematização do professor está voltada para o desvelamento de um lado da relação ciência, tecnologia e sociedade que pode vir na contramão das convicções e expectativas dos estudantes dos cursos de engenharia, a **confiança** se faz desafio. O próprio Freire apresenta as pistas para enfrentar esse desafio, ou seja, a busca por uma comunhão com os oprimidos<sup>26</sup> (os alunos) pautada na humildade, na explicitação de suas reais intenções; sendo assim, essa comunhão indubitavelmente dialógica se faz **colaboração** (FREIRE, 1982, p.200).

### 3.3 A WEB 2.0 COMO ESPAÇO DE POSSIBILIDADE PARA EDUCAÇÃO NA CIBERCULTURA

Como sinalizado no início deste capítulo, os substratos apresentados possibilitaram a organização de *Fatores e circunstâncias* (Quadro 4) que sinalizam *possibilidades dos espaços sociais da Web 2.0 para a educação na cibercultura*, com vistas a contribuir para promover

---

<sup>26</sup> Conforme se expôs no capítulo II, oprimido não é apenas flagelado pelas lacunas materiais, mas sobretudo mantido ignorante para que não seja capaz de elaborar com autonomia seu caminho de libertação.

mudanças ou transformações desejáveis na educação, sem esquecer que as mudanças dependem das pessoas e dos contextos de apropriação.

Quadro 4 – *Fatores e circunstâncias* que sinalizam possibilidades dos espaços sociais da Web 2.0 para educação na cibercultura

A <b>confiança</b> mútua disseminada entre os indivíduos e presente na forma mais ampla possível <b>é a base das redes sociais</b> . “Sem a confiança o contrato social se dissolve e as pessoas desaparecem, ao se transformarem em indivíduos defensivos” (CASTELLS, 2013)
<b>Organizações menos hierárquicas e mais participativas, e compartilhamento de eventos e emoções</b> a eles associadas, por conta do processo de comunicação interativo, autoconfigurável e descentralizado.
<b>A democracia é o horizonte das interações sociais nos espaços sociais da Web 2.0</b> , o que implica em <b>liberdade</b> de expressão, de autoria, de interlocução e de <b>colaboração</b> .
Um <b>novo espaço público</b> , de autonomia e de empoderamento do cidadão, constituído a partir dos novos recursos da Web 2.0, e que permite outras <b>formas de participação cidadã</b> .
<b>Inclusão digital</b> . As potencialidades da Web 2.0 só serão aproveitadas pelos sujeitos incluídos na cibercultura. Em especial, a inclusão digital do professor na nova fase da cibercultura passa, também, pela sua participação em redes sociais.
<b>Rompimento dos muros entre a escola e a Web</b> por meio de práticas conjuntas e complementares.
<b>Observação</b> de informações e conhecimentos acessados pelos alunos acerca de uma temática.
<b>Autoria, criação, experimentação e processos colaborativos ou participativos</b> que utilizem as redes como dispositivo de comunicação e aprendizagem.
<b>Produção coletiva de conhecimento</b> , sendo que todos podem produzir para todos, com vistas à superação da condição de mero receptor.
<b>Ampliar processos de interação social</b> . Os espaços sociais da Web 2.0 têm se configurado como espaços férteis de interações e compartilhamentos de emoções, de sentimentos, de sentidos, de pontos de vista e de anseios sociais, políticos e econômicos.

Fonte: Organização da autora.

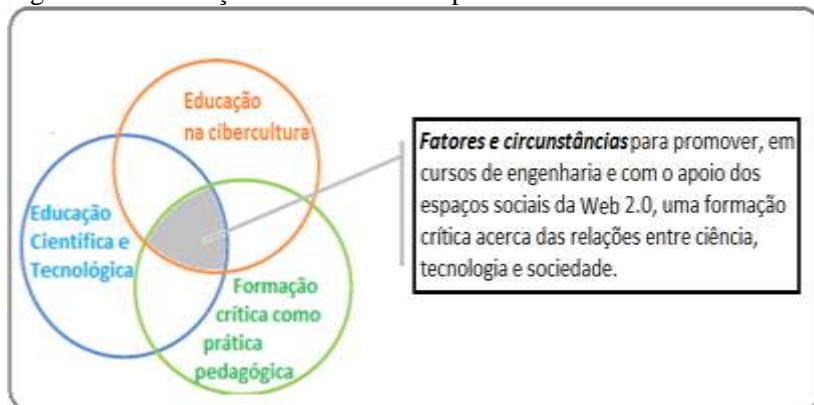
Os FC expostos no Quadro 4 apresentam indicativos tanto para a compreensão do potencial pedagógico acenado para os espaços sociais da Web 2.0, bem como para dimensionar os desafios que são colocados às Instituições de Ensino e, sobretudo, ao professor na fase atual da cibercultura. Nesse sentido, como já pontuado no presente texto, emerge a importância de as Instituições de Ensino, além de compreenderem os

meandros da cibercultura, reconhecerem o relevante papel do professor no cenário de transformações da atualidade. Diante desse entendimento, é fundamental que as Instituições de Ensino abram possibilidades, tanto para experimentações pedagógicas orientadas quanto para reflexões e socializações entre seus pares, o que perpassa pelo entendimento de que não se está diante de novas ferramentas, mas, principalmente, diante de um processo de transformação cultural.

## CAPÍTULO IV - FATORES E CIRCUNSTÂNCIAS PARA PROMOVER, EM CURSOS DE ENGENHARIA E COM O APOIO DA WEB 2.0, A FORMAÇÃO CRÍTICA ACERCA DAS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Este capítulo tem como foco o primeiro objetivo específico desta tese, ou seja, apresentar *Fatores e circunstâncias* (FC) balizadores da formação crítica almejada no debate dos campos: Educação Científica e Tecnológica, Formação Crítica como prática pedagógica e Educação na Ciberultura. Discorreu-se, respectivamente, nos capítulos I, II e III sobre esses três campos de estudo e, na Figura 2, apresenta-se a articulação entre eles.

Figura 2 - Articulação entre os três campos de estudo



Fonte: Organizada pela autora.

Na Figura 2, os FC encontram-se colocados na interseção dos três campos de estudo com o objetivo de demonstrar que se extraíram os FC organizados no Quadro 2 (capítulo I), no Quadro 3 (capítulo II) e no Quadro 4 (capítulo III) dos substratos apresentados nos capítulos anteriores, de forma não linear e para além de suas especificidades.

Em outras palavras, no capítulo I, se buscaram, nos autores elencados, mais do que os aspectos relativos às interações entre ciência, tecnologia e sociedade que apresentam confluências com as necessidades formativas do engenheiro. Buscaram-se, também, subsídios no sentido de compreender como a Educação Científica e Tecnológica, numa perspectiva crítica, poderia ser potencializada pelos recursos da atual fase da ciberultura, tendo como horizonte a

possibilidade de os espaços sociais da Web 2.0 se configurarem como mais uma rota para a discussão sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade em cursos de engenharia.

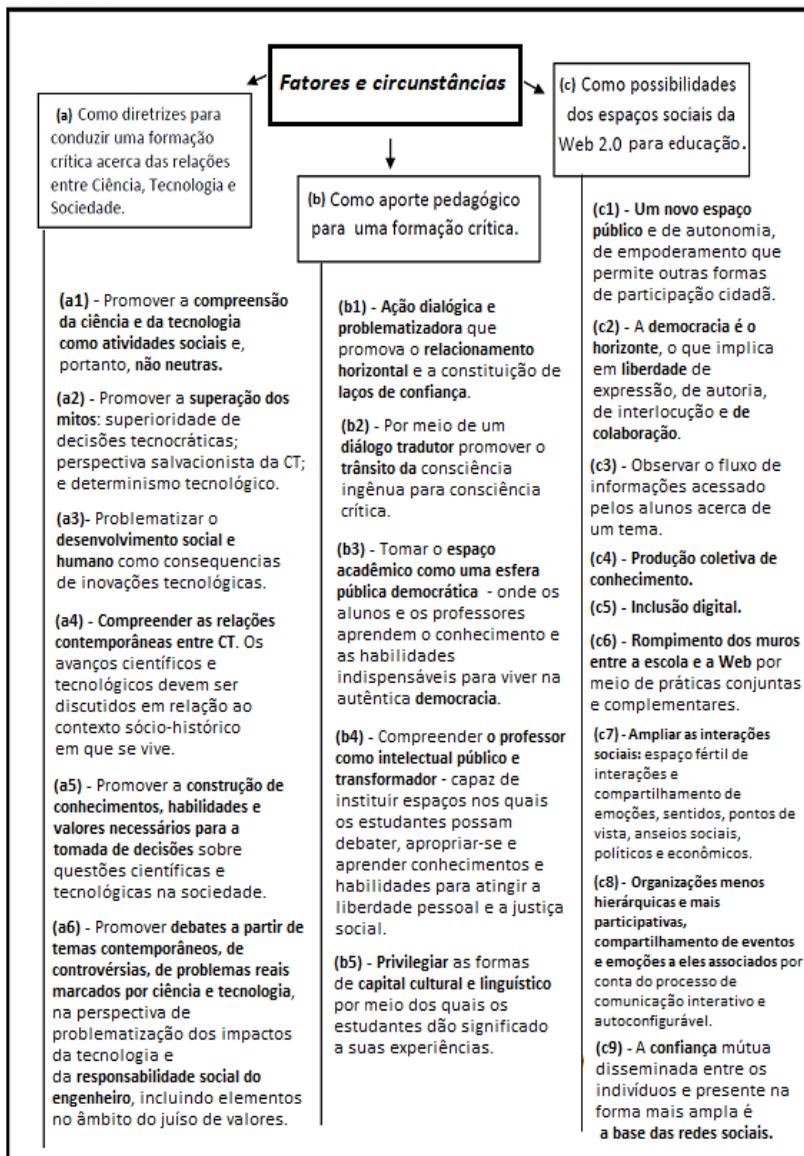
Da mesma forma, se fez uma busca, nos autores elencados para o capítulo II, por subsídios para promover uma formação crítica como prática pedagógica e que igualmente apresentassem confluências com as potencialidades dos espaços sociais da Web 2.0 apresentadas no capítulo III.

A partir dos substratos trazidos no capítulo II, se estabeleceu, como fio de articulação dos três campos de estudo, principalmente encontrar novas possibilidades ou rotas para promover a formação crítica almejada na perspectiva da **dialogicidade tradutora**, isto é, *no diálogo entre os conhecimentos que os alunos possuem* (ou sobre os parâmetros que eles adotam para tomada de decisão); *e no conhecimento já sistematizado sobre um tema* ou ainda *sobre o contexto social ou forças sociais que atuam para consolidação de conhecimentos* acerca de problemas ou temas reais marcados por controvérsias sociocientíficas e que envolvem a tomada de decisões tecnológicas.

Do exposto até aqui, tem-se que a designação *Fatores e circunstâncias* (FC) – apresentados nos capítulos I, II e III – expressa os achados da investigação teórica para promover, *com o apoio da Web 2.0, a formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade*. A Figura 3 sintetiza tais FC sob três perspectivas:

- (a) como **diretrizes** para promover 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 3 – *Fatores e circunstâncias* para promover, em cursos de engenharia e com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0, uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade



Fonte: Organizada pela autora.

Em linhas gerais, a síntese apresentada na Figura 3 aponta os pilares básicos para promover uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, o que implica contemplar as **diretrizes** ( $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$ ,  $a_5$  e  $a_6$  – Figura 3). No que se refere ao **aporte pedagógico**, a dialogicidade tradutora ( $b_1$  e  $b_2$  – Figura 3) é tomada como estratégia para promover uma *consciência crítica* acerca das imbricadas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, ou seja, promover uma compreensão que, entre outros aspectos, considere, na tomada de decisão sobre questões marcadas por ciência e tecnologia – para além da eficiência técnica e dos valores econômicos –, elementos no âmbito do juízo de valores.

Em especial, no que tange à diretriz  $a_3$  (Figura 3) – promover a problematização dos mitos: *superioridade de decisões tecnocráticas*; *perspectiva salvacionista de CT*; e *determinismo tecnológico* –, como discutido no capítulo I, não significa assumir uma posição anti-ciência e/ou antitecnologia, mas, sim, contribuir para a construção de uma visão mais consistente e crítica sobre a atividade científico-tecnológica. Contudo, tem-se como pressuposto que, nos cursos de engenharia, os mitos supracitados possam se apresentar como “obstáculos epistemológicos”<sup>27</sup> (BACHELARD, 1996) para a formação crítica almejada. Isso porque tais mitos podem impedir ou se apresentarem como limitações da possibilidade de perceber os meandros das relações entre ciência, tecnologia e sociedade na contemporaneidade - haja vista a crença da sociedade na capacidade infinita de inovação tecnológica que permitiria uma dinâmica sem limites para o processo de transformação da natureza, bem como o consumismo extremado que o capitalismo disseminou no cotidiano da humanidade e que se plasma na busca incessante por novos produtos - sendo essa a razão de ser da atividade econômica e, infelizmente, a razão do processo civilizatório contemporâneo (BUARQUE, 1993).

Cabe ressaltar que, na Figura 3, em  $b_2$ , apresenta-se o termo *consciência primeira* no lugar de *consciência ingênua* conforme exposto no Quadro 3 (capítulo II). Optou-se pelo termo *consciência primeira* com base nas colocações de Snyders (1988) trazidas por Delizoicov, Angotti, Pernambuco (2011) sobre *cultura primeira ou prevalente* dos

---

<sup>27</sup> Obstáculos epistemológicos podem ser entendidos como “os retardos e perturbações que se incrustam no próprio ato de conhecer, uma resistência do pensamento ao pensamento” (JAPIASSU, 1967, p.171, *apud* DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011, p.198).

educandos. Em Snyders, a cultura prevalente ou primeira se refere a um conhecimento prévio e concomitante ao aprendizado sistematizado pelos bancos escolares, mas que se dá fora de situações organizadas de ensino. É uma cultura resultante de um amálgama de vivências, “de experiências de ações diretas sobre os objetos, artefatos e fenômenos; explicações aprendidas em relações diretas com outras pessoas e/ou com os meios de comunicação social e outras produções culturais” (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2011, p. 134).

A *consciência primeira* a que se faz referência na Figura 3, em  $b_2$ , advém de experiências semelhantes à cultura prevalente ou primeira de Snyders e que, no caso dos cursos de engenharia, vai se moldando também alicerçada na cultura hegemônica da área um tanto quanto tecnicista e positivista. Além disso, em tempos de cibercultura, a *consciência primeira* igualmente advém das primeiras informações e conhecimentos que os estudantes obtêm com o auxílio dos novos recursos da Web 2.0 referentes à ciência e às tecnologias contemporâneas que não são discutidas ou são pouco discutidas nas Instituições de Ensino. Vale lembrar que os recursos da fase atual da Internet, por sua vez, possuem uma lógica de disponibilização de informação e conhecimento – ainda dominante – não neutra do poder hegemônico e que se molda em certa medida às preferências de seus usuários.

Nesse sentido, a Educação Tecnológica tem uma importante contribuição, qual seja: promover, por meio de uma ação dialógica e problematizadora, a constituição de uma *consciência crítica* sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, o que perpassa por colocar a cultura técnico-científica dos alunos dos cursos de engenharia em estado de mobilização permanente, de maneira a promover a transição de uma *consciência primeira*, que pode estar supostamente ancorada nos mitos apontados na diretriz  $a_2$  (Figura 3), para outra mais aberta e dinâmica, que problematize as questões prementes do processo civilizatório na sociedade contemporânea, que perceba a *não neutralidade da ciência e da tecnologia* ( $a_1$  – Figura 3) e que, nessa perspectiva, *problematize o desenvolvimento social e humano como consequências de inovações tecnológicas* ( $a_2$  – Figura 3).

No que diz respeito ao apoio dos espaços sociais da Web 2.0, como discutido no capítulo II, será buscado por instituições que se compreendam como *esferas públicas e democráticas* ( $b_3$  – Figura 3) e por professores que se entendam como *intelectuais públicos e transformadores* ( $b_4$  – Figura 3) que reconhecem que **um novo espaço de possibilidades** ( $c_1, c_3, c_4, c_5, c_6$  e  $c_7$  – Figura 3) para a educação, para

a formação cidadã e com uma integração significativa ao capital *cultural da nação jovem* ( $b_5$  – Figura 3) tem se configurado a partir da Web 2.0. É relevante não perder de vista que esses novos espaços virtuais não são neutros, são permeados pelos poderes hegemônicos, possuem uma *dinâmica própria* ( $c_2$ ,  $c_8$  e  $c_9$  – Figura 3) e, como todo espaço público criado e habitado por seres humanos, apresenta vantagens e desvantagens que precisam ser problematizadas.

A diretriz  $a_6$  (Figura 3) 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 problematização dos impactos da tecnologia e da responsabilidade social do engenheiro na perspectiva de incluir elementos no âmbito do juízo de valores. No item 4.1, a seguir, apresentam-se substratos do potencial da temática *tecnologias emergentes*<sup>28</sup> para promover a formação almejada nos cursos de engenharia.

#### 4.1 TECNOLOGIAS EMERGENTES COMO TEMA PARA PROBLEMATIZAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE EM CURSOS DE ENGENHARIA

A engenharia esteve historicamente ligada a projetos de progresso dos países, e os graduandos desses cursos vêm assimilando que há um único modelo de desenvolvimento que advém da inovação tecnológica (BAZZO, PEREIRA e BAZZO, 2014) e do qual participarão com grande poder de decisão ao entrarem no mercado de trabalho. O poder do conhecimento científico e tecnológico para a transformação da sociedade na atualidade exige, cada vez mais, espaços na formação do engenheiro que o levem a perceber e problematizar os resultados do desenvolvimento científico e tecnológico na economia, na política, na cultura e no modo de vida. Igualmente, exige que sejam criadas condições para que o futuro profissional possa apreender que a demanda

---

<sup>28</sup> Cabe pontuar, uma vez que se usa, nesta tese, o referencial freireano, que a discussão a respeito de tecnologias emergentes – de forma especial sobre seus impactos na sociedade – pode ser enquadrada no que Freire rotula de “tema dobradiça”, ou seja, uma temática proposta pelo professor que compreende e conhece o universo temático dos estudantes, no caso os estudantes de engenharia. Além disso, cabe lembrar, como discutido no capítulo II, que não se pretende reproduzir a metodologia freiriana, mas que sua prática pedagógica inspira a Intervenção Pedagógica descrita nos capítulos V e VI.

de tal desenvolvimento é fortemente influenciada pelo sistema econômico, sociopolítico e cultural no qual está inserido (DAGNINO, 2013). Entende-se que uma oportunidade para promover reflexões críticas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico e seus efeitos na sociedade, em cursos de engenharia, se configura a partir do estudo das tecnologias emergentes ou em desenvolvimento e da discussão sobre essas tecnologias.

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 (BENSAUD-VINCENT, 2013). 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 contemporâneo de pesquisa “onde a ciência visa conhecer ou compreender menos a natureza e *fabricá-la* mais” (BENSAUDE-VINCENT, 2013, p.15, grifo da autora), ou seja, “os cientistas e os engenheiros da atualidade moldam o cosmos a partir dos tijolos elementares da matéria” (BENSAUDE-VINCENT, 2013, p.17).

A tecnociência, numa primeira abordagem, segundo Bensaude-Vicent (2013), pode ser vista como uma mutação nas relações entre ciência e técnica. “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” (BENSAUDE-VINCENT, 2013, p. 15). 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 nesse regime de 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 este último 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, se recorre às colocações de Charles M. Vest<sup>29</sup>. Em editorial especial do *Journal of Engineerin 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” (VEST, 2008, p 235, tradução minha). Os sistemas minúsculos são aqueles desenvolvidos no “mundo Bio/Nano/Info onde as coisas são cada vez menores” (VEST, 2008, p.235, tradução minha), 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 (VEST, 2008). 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.

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 advindas da tecnociência, “um processo histórico que transforma a natureza e a sociedade num vasto cenário experimental” (BENSAUDE-VINCENT, 2013, p.25). A nanotecnologia, por exemplo, já está presente em muitos produtos do consumo diário das pessoas e não há consenso na comunidade científica acerca de seus impactos no meio ambiente e na saúde humana, sobretudo no que se refere ao uso em grande escala, o mesmo acontecendo com os alimentos transgênicos e com a radiação das redes de internet sem fio.

Como discutido no capítulo I, 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.

---

<sup>29</sup> Presidente do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) de 1990 a dezembro de 2004.

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. 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.

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.

De outra parte, entende-se que a credibilidade num exercício de debate e estudo envolvendo uma tecnologia emergente ou em desenvolvimento, realizado nas Instituições de Ensino, com vistas à possibilidade de desenvolver uma cultura de participação pública e democrática, exige um entendimento da tecnologia em confluência com a perspectiva crítica defendida por Feenberg (2003, 2010).

Em linhas gerais, para Feenberg (2003, 2010), as tecnologias se constituem como agentes de democratização da sociedade moderna. Sendo assim, analisa as relações entre tecnologia e sociedade no sentido de compreender, tanto a não neutralidade quanto a não autonomia das tecnologias. O autor defende que a tecnologia é carregada de valores e humanamente controlável e, com esse entendimento, aponta para uma modificação cultural advinda dos avanços dos processos democráticos e, conseqüentemente, para a possibilidade de a humanidade escolher a sociedade na qual deseja viver. Para melhor compreensão de sua visão, Feenberg resgata três visões filosóficas de tecnologia: o determinismo, o instrumentalismo e o substantivismo.

No **determinismo**, a tecnologia ou o avanço tecnológico é a força motriz da história. Guiados pelo otimismo marxista, os deterministas consideram que a tecnologia não é controlada humanamente e que é ela que controla os seres humanos e molda a sociedade às suas exigências de eficiência e progresso. Sob essa ótica, é a pessoa que deve se adaptar à tecnologia. É a visão capitalista da tecnologia e, portanto, orientada por valores de mercado. No **instrumentalismo**, o controle humano e a

neutralidade de valor se entrecortam. É a visão padrão moderna segundo a qual a tecnologia é simplesmente uma ferramenta ou instrumento por meio do qual a espécie humana satisfaz suas necessidades. Essa visão tem como valor principal a eficiência técnica. No **substantivismo**, meios e fins são determinados pelo sistema. Predomina o pessimismo da primeira geração da Escola de Frankfurt<sup>30</sup>. Nessa visão, a tecnologia não é instrumental e não se faz suposição sobre a quais necessidades ela atende. Na imaginação mais extrema do substantivismo, a tecnologia pode, por exemplo, tomar a humanidade e “converter os seres humanos em meros dentes das engrenagens de uma máquina” (FEENBERG, 2010, p 48.). Os valores predominantes são eficiência, controle e poder. Os substantivistas adotam o ponto de vista de que a tecnologia é uma negação da essência humana de cada um e da sociedade.

A **Teoria Crítica** apresentada por Feenberg (2003, 2010) reconhece as consequências catastróficas do desenvolvimento tecnológico ressaltadas pelo substantivismo, mas ainda vê uma promessa maior de liberdade na tecnologia. O problema não estaria na tecnologia, mas no fracasso ainda atual de inventar instituições apropriadas para exercer o controle humano da tecnologia. A teoria crítica é otimista quanto ao desenvolvimento das formas de controle. Nessa perspectiva, a tecnologia não é vista como ferramenta, mas como estrutura para estilos de vida, e o foco está nos valores que regem os sistemas, meios e fins alternativos. Tendo como base exemplos nos quais há uma tendência de maior participação dos sujeitos envolvidos com os processos de mudanças tecnológicas referentes ao desenho e ao desenvolvimento de tecnologias, a visão crítica da tecnologia apresentada por Feenberg provoca reflexões sobre as condições para que a democracia possa ser estendida às decisões tecnológicas atualmente.

Assumir que a tecnologia é carregada de valores e humanamente controlável, bem como reconhecer que os cientistas e os engenheiros da atualidade passam a ter, cada vez mais, acesso a um conhecimento que

---

<sup>30</sup> Escola de Frankfurt – posição teórico-crítica à sociedade burguesa tendo como pano de fundo as experiências terríveis e contraditórias do nazismo e da Guerra Fria dos anos de 1930 e 1940 na Europa e, principalmente, na Alemanha. Para a escola de Frankfurt, a racionalidade comercial e tecnológica da sociedade burguesa teria dominado todas as esferas da vida. A crença no poder do progresso e na racionalidade do trabalho como produtores unicamente de riqueza material estaria presente não só nas relações econômicas, mas estaria determinando novas formas de vida, bem como uma nova forma de pensar (SETTON, 2010, p.41).

Ihes dá a possibilidade real e hipotética de realizar coisas jamais vistas, e com impactos talvez até irreversíveis, 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 (JONAS, 2006, p. 63-64).

Muito do que é proposto por Hans Jonas apresenta confluências com as prescrições do código ético do engenheiro<sup>31</sup>. A explicação para trazer suas postulações para o presente texto encontra-se no fato de que tais postulações, de uma forma um tanto quanto sensível, lembram a necessidade de colocar em movimento, nos cursos de engenharia, o que o autor designa de *princípio responsabilidade*. Na essência, Hans Jonas enfatiza que não se tem o direito de escolher a não existência de futuras gerações em função da atual ou mesmo de colocá-las em risco. Nesse sentido, tece argumentações que perpassam pelo questionamento de “qual conhecimento valorativo deve representar o futuro no presente” (JONAS, 2006, p. 64).

Concorda-se plenamente com Hans Jonas quanto à sua 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

---

<sup>31</sup> Código de Ética Profissional da Engenharia, da Arquitetura, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia: [http://www.confea.org.br/media/codigo\\_etica.pdf](http://www.confea.org.br/media/codigo_etica.pdf) ou [http://www.confea.org.br/media/codigo\\_etica\\_sistemaconfea\\_8edicao\\_2015.pdf](http://www.confea.org.br/media/codigo_etica_sistemaconfea_8edicao_2015.pdf) (versão de bolso)

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” (JONAS, 2006, p. 47). Com base nesse autor, compreende-se que haja 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, bem como 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. 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” (KELLY, 2012, p.241, grifo do autor). 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 que, na sua visão, ganham novos contornos de temporalidade com as potencialidades das tecnologias 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. (KELLY, 2012, p.244).

De qualquer forma, à sua maneira – as postulações de Kelly são trazidas, pois se acredita que representam um pensamento hegemônico na sociedade – esse autor assevera 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, depende de decisões humanas. Entende-se ser essa também a mensagem de Feenberg, ao defender a necessidade de que se encontrem maneiras de submeter as tecnologias a controles mais democráticos, de modo que seja possível uma real intervenção democrática na tomada de decisões tecnológicas.

É a esperança nas decisões pautadas em valores mais humanos o que move todo o esforço desta tese. 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”, parafraseando Kelly (2012), 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.

A sociedade contemporânea é constituída por uma geração privilegiada que tem conhecimento e exemplos da história que podem conduzi-la a reflexões que, se transformadas em ações concretas, podem tornar os indivíduos senhores das suas decisões ou opções tecnológicas, e conseqüentemente, quiçá, do percurso civilizatório da sociedade da qual fazem parte. Para tanto, pondera-se a importância de balizar as opções tecnológicas em um agir cujos efeitos não ponham “em perigo as condições necessárias para a conservação da humanidade sobre a Terra” (JONAS, 2006, p. 48).

As tecnologias emergentes, se não analisadas com criticidade, poderão continuar a serem tratadas como uma divindade, principalmente pelos tecnófilos 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 sérias consequências e de caráter irreversível para a sobrevivência da humanidade. 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” (BAZZO, 2015, p.32). Esse é o horizonte que baliza e alimenta o agir de professores que se vêem como intelectuais públicos e transformadores. Diante desse entendimento, busca-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.

## CAPÍTULO V - UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA: CICLO I

O segundo objetivo específico do presente estudo foi estruturar e aplicar uma intervenção pedagógica com vistas a contribuir para uma formação crítica acerca de ciência, tecnologia e sociedade, com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0. Convergindo para esse objetivo, descreve-se, neste capítulo, o Ciclo I de uma intervenção pedagógica estruturada e aplicada em dois ciclos progressivos, aqui denominados de Ciclo I e de Ciclo II, com objetivos complementares, e que tiveram como subsídios os Fatores e circunstâncias apresentados e discutidos nos capítulos I, II, III e IV.

A estruturação em dois ciclos progressivos de intervenção e reflexão teve como subsídios os escritos de Espíndola (2010). Fundamentada em estudos sobre a apropriação de TDIC no contexto escolar, essa autora pontua que é por meio de ciclos de experimentação e reflexão que os professores ressignificam as tecnologias em seu contexto, processo fundamental para que ocorra inovação em sua prática pedagógica.

O Ciclo I caracterizou-se como uma intervenção pedagógica de caráter exploratório, realizada na disciplina Módulos de Matemática Básica, ministrada na primeira fase dos cursos de engenharia da Universidade Regional de Blumenau. Usa-se o adjetivo exploratório porque um dos objetivos do Ciclo I era explorar os recursos dos espaços sociais da Web 2.0 elencados para apoiar a intervenção pedagógica. Além disso, se almejou, com esse ciclo, trazer contribuições para atividades pedagógicas que visam relembrar ou revisar conceitos da Educação Básica necessários para a graduação. Quanto ao Ciclo II da intervenção pedagógica, se procurou espaço fora das disciplinas curriculares. Esse ciclo teve como objetivo principal promover a formação crítica relacionada às imbricadas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, com base na discussão sobre uma tecnologia emergente: a nanotecnologia.

A participação, tanto no Ciclo I quanto no II, foi de livre escolha dos alunos dos cursos de engenharia da FURB. Inicialmente, delimitou-se a participação nos dois ciclos da intervenção pedagógica para alunos das fases iniciais dos cursos de engenharia da FURB, pois são essas as fases com as quais a professora/pesquisadora tem mais contato com os estudantes. Entretanto, a participação de alunos de outras fases não foi impedida. A seguir, descreve-se o Ciclo I da intervenção pedagógica e uma pesquisa preliminar realizada a partir da implementação desse

ciclo. O segundo Ciclo da intervenção pedagógica será descrito no capítulo VI.

## 5.1 INTERVENÇÃO EXPLORATÓRIA: EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NOS ESPAÇOS SOCIAIS DA WEB 2.0

Pensou-se e estruturou-se o Ciclo I com o intuito de levar a Educação Matemática para os espaços sociais da Web 2.0. Nesse sentido, cabe abrir um parêntese para ressaltar que a Educação Matemática tem trabalhos de reconhecida relevância no que concerne à inserção de TDIC em processos de ensino-aprendizagem, como o de Santos, Miark e Siple (2014), de Diniz e Borba (2012), de Bicudo (2009) e de Giostri (2008), campo para o qual a presente tese também pretende contribuir.

Realizou-se, conforme mencionado, o Ciclo I da intervenção pedagógica na disciplina Módulos de Matemática Básica<sup>32</sup>, ministrada nas primeiras fases dos cursos de engenharia da FURB<sup>33</sup>. Essa disciplina, com 30 horas-aula, é obrigatória e tem como objetivo proporcionar aos alunos dos cursos de engenharia uma revisão de tópicos de Matemática Básica.

Tinha-se o sentimento de que, para abrir novos espaços que possibilitassem o enfrentamento de outros desafios pertinentes aos cursos de engenharia e, sobretudo, para que essa intenção tivesse eco, a porta deveria ser aberta pelo primeiro desafio vivenciado pelos alunos ingressantes e que permeia a relação entre esses sujeitos e a professora/pesquisadora: a aprovação em Matemática Básica. Tal pressuposto também tem, como pano de fundo, as inquietações sinalizadas na Introdução desta tese quanto à responsabilidade de apresentar contribuições para amenizar os problemas dos cursos de engenharia decorrentes das dificuldades *específicas* de ensino-aprendizagem na área da matemática.

Além disso, de certa forma, os estudos de Espíndola (2010) subsidiam a justificativa por se ter optado pela intervenção pedagógica

---

<sup>32</sup> Além da disciplina Módulos de Matemática Básica, a professora/pesquisadora leciona outras disciplinas nos cursos de engenharia da FURB: Álgebra Linear, Geometria Analítica e Cálculo Diferencial e Integral. A revisão de Matemática Básica acontece todos os semestres e nas primeiras fases dos cursos de engenharia da instituição.

<sup>33</sup> Engenharia Elétrica, Engenharia de Telecomunicações, Engenharia Química, Engenharia de Produção, Engenharia Florestal e Engenharia Mecânica.

de caráter exploratório para o Ciclo I, a saber: na perspectiva de ciclos progressivos de experimentação e reflexão, os primeiros usos de TDIC no ensino tendem a refletir as práticas tradicionais sedimentadas, além de que se constituem como oportunidade para o professor se familiarizar com as ferramentas e começar a perceber novas potencialidades dessas ferramentas (ESPÍNDOLA, 2010).

Nesse sentido, vislumbra-se como relevante destacar que a professora/pesquisadora esteve à frente da disciplina Módulos de Matemática Básica por cerca de doze anos (até 2014/1) e que não se tem experiência alguma com educação à distância ou com educação *on-line*. Os estudos de Espíndola (2010) respaldam a inferência sobre a necessidade de iniciar um processo de apropriação pedagógica de TDIC, ancorado numa área de domínio da professora/pesquisadora, ou seja, no ensino de Matemática, mais precisamente na revisão de tópicos de Matemática Básica.

O Ciclo I da intervenção pedagógica teve os seguintes objetivos:

- (i) Apresentar uma contribuição pontual para o campo de formação específica da professora/pesquisadora, no que se refere a problemas de ensino-aprendizagem específicos da área da matemática que dificultam a compreensão de conceitos e propriedades de caráter abstrato.
- (ii) Ampliar, com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0, o espaço de discussão sobre tópicos de Matemática Básica para além do espaço da sala de aula, com vistas a contribuir para o processo de ensino- aprendizagem.
- (iii) Vivenciar uma experiência que permitisse à professora/pesquisadora, domínio e familiarização dos recursos dos espaços sociais da Web 2.0, bem como familiarização com esses recursos, por meio do uso de um *blog* e de um grupo fechado do Facebook.
- (iv) Desenvolver estratégias para promover o **diálogo tradutor** (diálogo entre o conhecimento dos alunos e o conhecimento do professor) com o intuito de promover uma melhor compreensão de temas.

Para atingir tais objetivos, no primeiro semestre de 2014, em oito turmas da disciplina Módulos de Matemática Básica, envolvendo 250 alunos, socializou-se a criação de um grupo fechado no Facebook –

*Engenharia primeiros desafios* (Figura 4) – e de um *blog* – *Desafios Engenharia*<sup>34</sup>.

Figura 4 - Grupo fechado no Facebook – *Engenharia Primeiros Desafios*



Fonte: Adaptação da autora a partir de imagem do Facebook.

Ainda sobre o Facebook e o *blog*, ressalta-se que a fundamentação teórica apresentada no capítulo III e os FC organizados na Figura 3 (capítulo IV) permitiram o entendimento de que os espaços sociais da Web 2.0 são espaços de liberdade, onde a democracia é o horizonte. Diante desse pressuposto e na tentativa de amenizar as relações de poder que marcam a relação professor-aluno e até mesmo em busca de estabelecer uma relação menos hierarquizada e pautada na construção de laços de **confiança** mútuos, um primeiro cuidado que se teve foi fazer com que a participação no grupo fechado do Facebook e no *blog* fosse de livre escolha do aluno e não estivesse vinculada a algum tipo de avaliação.

Como discutido no capítulo III, entende-se que a **confiança** seja um horizonte para o professor que procura apoio dos espaços sociais em intervenções pedagógicas, uma vez que alicerça interações em redes sociais e faz com que os sujeitos se tornem cada vez mais companheiros na execução de seus objetivos (PRIMO, 2008; CASTELLS, 2013). Além disso, de acordo com as postulações de Freire (1982) discutidas no capítulo II, a **confiança** é condição para que o diálogo possa se constituir entre os sujeitos.

<sup>34</sup> A Plataforma Blogger foi escolhida para a criação do *blog* por conta da sua simplicidade.

Cabe pontuar que, no caso do *blog*, se fez convite a todos os alunos da disciplina Módulos de Matemática Básica para que fossem “autores”, e não apenas “leitores”. A ideia foi abrir possibilidades para que os não usuários do Facebook também pudessem ou tivessem oportunidade de dividir suas dúvidas num espaço social da Web 2.0 sem, necessariamente, participar de uma rede social. Não obrigar os alunos a terem um perfil em uma rede social, mesmo os universitários, é um cuidado necessário ao associar espaços sociais da Web 2.0 a processos de ensino-aprendizagem formais ou institucionais. Nesse sentido, o uso de um *blog* tem sido apresentado como uma opção.

Por outro lado, havia a intenção de fazer com que os espaços sociais virtuais criados para o Ciclo I também fossem utilizados para o Ciclo II da intervenção pedagógica. Para tanto, criaram-se os dois espaços sociais virtuais com o objetivo de *possibilitar (estimular) a discussão sobre desafios enfrentados nos cursos de engenharia, sendo a Matemática Básica um desses desafios*. Em síntese, se pensou em tal objetivo para acolher o objetivo pedagógico do Ciclo II de intervenção, o que se explicitou tanto no *blog* como no grupo do Facebook com o auxílio dos recursos de apresentação disponíveis nesses ambientes.

Para instigar discussões sobre tópicos de Matemática Básica, as postagens efetuadas pela professora/pesquisadora no *blog* e no grupo do Facebook foram inspiradas na teoria de Pontes (2013) sobre *investigações matemáticas em sala de aula* e na *discussão sobre erros de Matemática*, abordada por Cury (2004). Para Pontes (2013), investigar não significa necessariamente lidar com problemas muito sofisticados, mas, sim, trabalhar com questões instigantes e que se apresentam de modo confuso, mas que se procuram clarificar e estudar de modo organizado. No caso específico da matemática, investigar assume características próprias que conduzem à formulação de conjecturas que se procuram testar e provar, se for o caso (PONTES, 2013). Em confluência com esse entendimento, postagens foram realizadas no *blog* e no Facebook solicitando análises ou investigações conforme segue:

- Que conhecimentos de Matemática Básica seriam necessários para resolver tal questão?
- Como verificar se a resolução apresentada está correta ou não?
- Onde aconteceu o erro na questão apresentada?
- Que propriedade ou conceito de matemática não foi verificado na solução apresentada?

Realizou-se a maioria dos questionamentos com base em questões retiradas das provas aplicadas na disciplina Módulos de Matemática Básica, conforme se exemplifica na Figura 5.

Figura 5 - Exemplo de postagem no *blog* – *Desafios Engenharia*

Para pensar !

Olhem esta resolução :

ii) Escreva a expressão  $\frac{\sqrt{9x^2 - 4x^2}}{8x^2}$  na forma mais simplificada.

Agora olhem para as propriedades de radiação :

Questão mostra as propriedades de radiação	
i) $\sqrt{a^2} = a^2$	4) $\sqrt{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}}$
2) $\sqrt{a^2} = a$	5) $(\sqrt{a})^2 = a$
3) $\sqrt{a \cdot b} = \sqrt{a} \cdot \sqrt{b}$	6) $\sqrt{a^2} =  a $

Analisando as propriedades de radiação podemos dizer que a resolução da questão acima está correta?  
 Onde está a falha ou as falhas?  
 Qual é o caminho correto para a resolução ? Por que ?

Fonte: Blog fechado – Desafios Engenharia.

No que se refere à *análise de erros*, frisa-se que é uma abordagem de pesquisa em Educação Matemática utilizada nos Estados Unidos e na Europa desde o início do século XX. Segundo Cury (2004), subsidiada por dados de pesquisas realizadas no Ensino Superior, esse tipo de análise pode contribuir para esclarecer problemas de aprendizagem da Matemática.

## 5.2 UMA PESQUISA PRELIMINAR

Realizou-se uma pesquisa preliminar no Ciclo I de intervenção com os seguintes objetivos: (i) verificar como se deu a apropriação dos espaços sociais da Web 2.0 pelos alunos participantes da discussão sobre tópicos de Matemática Básica; e (ii) identificar desafios e

possibilidades para promover o **diálogo tradutor** nos espaços sociais da Web 2.0.

Os dados construídos e analisados advieram das respostas de 250 alunos ao questionário A (ANEXO I) e das postagens e discussões realizadas no *blog* (*Desafios Engenharia*) e no Facebook (*Engenharia primeiros desafios*). Aplicou-se o questionário A apenas aos alunos dos cursos de engenharia matriculados na disciplina Módulos de Matemática Básica. Não se consultaram os demais participantes do grupo do Facebook e do *blog*. Quanto à análise, utilizaram-se duas categorias: (i) Apropriação pelos estudantes dos espaços sociais da Web 2.0 para discussão sobre tópicos de Matemática Básica e (ii) O diálogo tradutor nos espaços sociais da Web 2.0 – desafios e possibilidades. Nos itens a seguir, apresentam-se e se discutem os dados construídos e organizados.

### **5.2.1 Apropriação pelos estudantes dos espaços sociais da Web 2.0 para discussão sobre tópicos de Matemática Básica**

Para obter dados pontuais sobre a apropriação do *blog* e do grupo do Facebook como apoio para a revisão de Matemática Básica, aplicou-se o questionário A (ANEXO I) aos 250 alunos matriculados na disciplina Módulos de Matemática Básica, logo após a primeira prova do semestre. Uma das preocupações na implementação do Ciclo I era quanto à receptividade dos alunos à proposta, no que se refere ao uso de um *blog* e de um grupo no Facebook para tratar de questões de ensino-aprendizagem.

No caso do Facebook, dos 250 alunos que responderam ao questionário A, 46,5% apreciaram, de certa forma, a iniciativa de usar um grupo fechado dessa rede social para discussão sobre Matemática Básica, enquanto 1,5% dos alunos não concordaram com o uso desse espaço como apoio para essa disciplina. Por outro lado, apenas 14,7% afirmaram que acessaram o grupo fechado *Engenharia Primeiros Desafios*. Esse baixo percentual chamou atenção, uma vez que 93,6 % dos alunos da disciplina Módulos de Matemática declararam serem usuários dessa rede social e 6,6% afirmaram não serem.

Quanto às razões para o não acesso dos alunos ao Facebook, foi possível identificá-las nos comentários feitos por eles no questionário A. Embora os comentários fossem abertos e, portanto, muito diversificados, a sua organização e análise permitiram identificar que, em 26% das respostas, os alunos relataram não ter precisado do acesso ao grupo do Facebook para solucionar suas dúvidas; 10% preferiram os estudos pelo material impresso; e 2,5% recorreram a outro grupo virtual de amigos

para tirar suas dúvidas, ou seja, sem a presença do professor. Destaca-se que 30% dos estudantes alegaram desconhecimento da criação do grupo no Facebook, por mais que se tenha avisado em sala e por *e-mail*.

Diante dos resultados expostos, cabe ressaltar que, nas aulas de Matemática Básica, trabalha-se com tópicos estudados do quinto ao nono ano do Ensino Fundamental e que se enfrenta o desafio da desmotivação dos alunos calouros de engenharia. Essa desmotivação, juntamente com a falta de compromisso com a disciplina, leva a grandes índices de reprovação. Sendo assim, levar a Matemática Básica para os espaços sociais da Web 2.0 se constituiu, a princípio, “uma outra forma de estar junto” (BARBERO, 2014, p. 134) dos alunos e fazer com que as discussões sobre a disciplina – principalmente no que se refere aos erros de Matemática Básica – estivessem conectadas ao *habitat* dos nativos digitais. Além disso, há a realidade de instituições, como a FURB, nas quais os cursos não são integrais além de a maioria dos alunos trabalhar no contraturno e, por conta disso, ter grandes dificuldades de participar de atividades, como, por exemplo, acesso a monitorias fora do turno de seu curso.

Também foi possível, com base nas respostas ao questionário A, identificar as razões apontadas pelos alunos para o acesso ao grupo no Facebook. A análise das respostas aponta que, dos 14,7% dos alunos que acessaram o grupo do Facebook, 75% somente acompanharam as postagens na tentativa de solucionar suas dúvidas e 10% afirmaram ter postado suas dúvidas e conseguido ajuda dos colegas para resolvê-las. Esse último percentual permite ponderar que houve, embora *pequeno*, um *índice* de **colaboração** entre os alunos para solucionar suas dúvidas de Matemática Básica com o apoio dos espaços sociais virtuais. Em contrapartida, esses 10% dos alunos que postaram suas dúvidas, somados aos poucos que participaram respondendo às provocações da professora/pesquisadora, permitiram que acontecessem discussões que foram observadas e analisadas pelos 75% dos alunos que apenas acompanharam as postagens e as discussões realizadas nos espaços sociais virtuais. Igualmente, esses 10% proveram a professora/pesquisadora da disciplina Módulos de Matemática Básica de elementos para provocar traços de uma **dialogicidade tradutora** (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011) no Facebook, aspecto que se explora no item 5.2.2.

A título de exemplo, no ANEXO III, apresentam-se duas postagens do grupo fechado do Facebook, dos poucos casos em que os alunos pediram ajuda nos espaços sociais virtuais. Na primeira postagem, um aluno pede ajuda ao grupo, e dois veteranos de turmas

distintas o ajudam. Na segunda postagem, um aluno pede ajuda à professora e, na ausência desta, outro colega auxilia na resolução do problema. Traços de **confiança** e **colaboração** parecem estar presentes nesse exemplo: confiança na exposição da dúvida e no próprio conhecimento, com o intuito de **colaborar** para a compreensão do colega que solicita auxílio.

No caso do *blog*, 80% de um total de 250 alunos não o acessaram. De outra parte, a análise do *blog* mostra que aqueles que o acessaram não realizaram postagens e que a participação nos “comentários” desse espaço virtual também foi inexpressiva. Tais percentuais permitem afirmar que a proposta não teve êxito. Em se tratando do porquê os alunos que acessaram o *blog* não fizeram postagem alguma, apresenta-se, no Quadro 5, os motivos apontados pelos 250 alunos que responderam ao questionário, e, portanto, usuários e não usuários do *blog*. Cabe esclarecer que um mesmo aluno apresentou várias possibilidades para a não participação no *blog*.

Quadro 5 - Por que os alunos não postaram no *blog* – *Desafios Engenharia*

<b>Respostas</b>	<b>Alunos</b>
Não se posicionou em relação ao porquê os alunos não postaram no <i>blog</i>	56%
Falta de interesse	36%
Vergonha da exposição	21%
Falta de tempo	13%
Medo de errar	12,5%
O presencial ou material impresso foi suficiente.	7%
É só uma questão de tempo e adaptação.	6,5%
Não tem dúvidas.	6%
Não é dinâmico.	4%
Prefere recorrer a um colega ou a <i>sites</i> de pesquisa.	4%
Porque os <i>blogs</i> não são mais usados.	3%
O aluno quer informação e não postar.	2%
O aluno usa o <i>blog</i> mais para estudo, acompanhando as postagens.	2%
Porque o <i>blog</i> é administrado por um professor.	1%

Fonte: Organizado pela autora.

Conforme aponta o Quadro 5, dos alunos que responderam ao questionário A, participantes e não participantes do *blog*, 12,5 % alegaram medo de errar; 13%, falta de tempo; 21%, vergonha da exposição; e 36%, falta de interesse. A organização desse quadro deixa perceptível que as respostas foram um tanto diversificadas, característica

de uma questão aberta, Esses resultados, juntamente com os baixos percentuais de acesso ao *blog* e ao grupo do Facebook, levam a pensar em um fato, há muito já discutido na literatura: a tecnologia por si só, por mais inovadora que seja, não tem o potencial de transformar a educação ou ainda de motivar os alunos a se envolverem em processos de ensino-aprendizagem de conteúdos escolares ou acadêmicos. Contudo, a intencionalidade pedagógica, associada aos novos recursos tecnológicos, pode ter resultados que merecem análise e reflexão.

Destaca-se que o grupo do Facebook e o *blog* não foram criados na perspectiva de disponibilizar conteúdos, mas, sim, como espaços dialógicos, com vistas a contribuir para a aprendizagem ou para a revisão de tópicos de Matemática Básica, com base na discussão sobre dúvidas referentes a exercícios e/ou a questões de provas. Para acesso ao conteúdo, como já pontuado, os alunos participaram de encontros presenciais e dispunham do material de apoio (teoria, exemplos e exercícios propostos) disponibilizado na forma digital no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) e na forma impressa. No item a seguir, analisam-se desafios e possibilidades em espaços sociais da Web 2.0.

### **5.2.2 O diálogo tradutor nos espaços sociais da Web 2.0 – desafios e possibilidades**

A fim de demonstrar/discutir desafios e possibilidades para promover a dialogicidade tradutora nos espaços sociais da Web 2.0, apresentam-se, nas figuras 6a e 6b, duas postagens realizadas pela professora/pesquisadora, no grupo fechado do Facebook.

Na Figura 6a, tem-se um diálogo desenvolvido a partir de uma postagem na qual a professora/pesquisadora socializou uma questão de Matemática Básica cuja resolução estava errada. Após os primeiros comentários dos alunos na tentativa de encontrar um caminho para a solução, a professora/pesquisadora chamou a atenção dos participantes para o fato de a questão envolver a radiciação e, na sequência, socializou as propriedades matemáticas que deveriam subsidiar o desenvolvimento correto da questão.

Figura 6a - Postagem da professora/pesquisadora no grupo fechado do Facebook

professora 1 de abril de 2014

Já usei isso aqui no grupo , mas vou usar novamente ... será que a resolução abaixo está correta ?

*Handwritten solution:*  
 a) Escreva a expressão  $\sqrt{8x^4 - 4x^2}$  na forma mais simplificada.  
 $\sqrt{8x^4 - 4x^2} = \sqrt{4x^2(2x^2 - 1)} = 2x\sqrt{2x^2 - 1}$

Curtir · Comentar

Visualizado por 197

participante 1 Não pois você não pode tirar o x da raiz e leva com ele o 4 ou o 8 vc tem que tira os dois da raiz.  
 1 de abril de 2014 às 20:05 · Curtir

professora por que não pode tirar o "x" da raiz ? não entendi ?  
 1 de abril de 2014 às 20:10 · Curtir

participante 1 Pode tirar ele sim só não pode tirar ele da raiz e tirar o 8 da raiz  
 1 de abril de 2014 às 20:18 · Curtir

partic. 2 Em? Ver tradução  
 1 de abril de 2014 às 20:21 · Curtir

2 de abril de 2014 às 08:53 · Editado · Curtir · 1

participante 3 Bom dia Prof. coloque o  $4x^2$  em evidencia ai vc poderá tirá-los da raiz e simplificar com  $8x^2$   
 2 de abril de 2014 às 10:12 · Curtir

professora por que ao colocar  $4x^2$  em evidência vou poder tirá-lo da raiz ? esse é o ponto .. que relação tem isso com as propriedades acima ?  
 2 de abril de 2014 às 10:29 · Curtir

participante 3 Propriedade 3 na multiplicação podemos separar os radicais.  
 2 de abril de 2014 às 11:04 · Curtir

professora exatamente , colocamos ainda dentro da raiz , o  $4x^2$  em evidencia para aparecer a multiplicação. Apareceu a multiplicação , aplica a propriedade 3. Esse é o primeiro erro da resolução acima ! Mas tem mais um gravíssimo!

Fonte: Organizada pela autora com base no Facebook – *Engenharia Primeiros Desafios*.

A Figura 6b mostra outra postagem realizada pela professora/pesquisadora no grupo do Facebook, desta vez com uma questão de Matemática Básica cujo erro inicial na resolução era de simplificação, um erro extremamente recorrente. É possível verificar, no diálogo decorrente da postagem, como a professora/pesquisadora questionou e discutiu as respostas e as propostas apresentadas pelos

alunos, até que um aluno apresentou, além da resposta, a resolução correta da questão.

Figura 6b - Postagem da professora/pesquisadora no grupo fechado do Facebook

professora 23 de março de 2014 · não resistiram a tentação ...

5) Escreva a expressão na forma mais reduzida:

$$\frac{9a^2 - 3ab}{6ab - 2b^2} = \frac{9a^2 - 3ab}{2b(3a - b)} = \frac{3a(3a - b)}{2b(3a - b)} = \frac{3a}{2b}$$

Curtir · Visualizado por 203

participante 1

$$\frac{9a^2 - 3ab}{6ab - 2b^2} = \frac{-1 \cdot 9a^2}{2 \cdot -2b^2} = \frac{9a^2}{4b^2}$$

23 de março de 2014 às 19:53 · Curtir · 1

professora vc acha que agora está correto. participante 1 ?

23 de março de 2014 às 21:05 · Curtir

participante 1 Eu acho q fica  $3a^2 / -2b^2$

23 de março de 2014 às 21:14 · Curtir

professora como vc chegou na solução ?

23 de março de 2014 às 21:16 · Curtir

participante 2 Lá vai uma dica "isola" a em cima e "b" em baixo. Detalhe, ainda dá pra isolar mais alguma coisa e se resolve isso rapidinho

23 de março de 2014 às 21:19 · Curtir

professora participante 1 tem erro de sinal na sua resposta .. por isso seria interessante ver a sua solução ...

23 de março de 2014 às 21:20 · Curtir

participante 3 Não se pode simplificar frações tendo adição ou subtração no meio. A solução para essa expressão é colocar em evidência os elementos que se repetem para "provocar" a multiplicação que possibilitará a simplificação da mesma.

23 de março de 2014 às 21:22 · Editado · Curtir · 1

professora esse "isola" que vcs falam é "colocar em evidência" ok!

23 de março de 2014 às 21:22 · Editado · Curtir

participante 4 a resposta seria  $3a/2b^2$ ?

23 de março de 2014 às 21:21 · Curtir · 1

participante 3 Exatamente! "isola" é outra coisa...

23 de março de 2014 às 21:22 · Curtir

professora isso mesmo participante 4 mas a resposta certa nem sempre vem de uma resolução correta por isso seria bom ver a resolução ...

23 de março de 2014 às 21:23 · Editado · Curtir

participante 2 Exato, Simone. Colocar em evidência

23 de março de 2014 às 21:24 · Curtir · 1

leoc

$$\frac{9a^2 - 3ab}{6ab - 2b^2} = \frac{3a(3a - b)}{2b(3a - b)} = \frac{3a}{2b}$$

professora isso mesmo participante 1 !!

23 de março de 2014 às 21:29 · Curtir

Fonte: Organizada pela autora com base no Facebook – *Engenharia Primeiros Desafios*.

Na postagem da figura 6b é perceptível a participação de dois veteranos que socializaram dicas e conhecimentos matemáticos para a solução da questão, bem como a diferenciação que a

professora/pesquisadora fez entre “isolar” e “colocar em evidência”, termos específicos da área da matemática.

As discussões apresentadas nas Figuras 6a e 6b permitem apontar traços da **dialogicidade tradutora** (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERAMBUCO, 2011) almejada pela intervenção pedagógica nos espaços sociais da Web 2.0, ou seja, uma discussão por meio da qual o professor, além de identificar o conhecimento de Matemática Básica que o aluno detém, chama atenção e contrapõe distintas interpretações dos alunos na tentativa de aguçar contradições e localizar as limitações desse conhecimento. Nessa interação entre professor e alunos, o foco é incitar a necessidade de apropriação correta ou adequada do conhecimento científico que, no caso do estudo ora apresentado, são os conceitos e propriedades de Matemática Básica.

Como colocado no capítulo II, o **diálogo tradutor** é uma das características fundamentais de um modelo didático-pedagógico que tem como eixo a problematização dos conhecimentos (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERAMBUCO, 2011), processo no qual cabe ao professor identificar e formular problemas a partir de situações vividas pelos alunos, com vistas a conduzir, por meio do diálogo entre os conhecimentos (do professor e do aluno), a conscientização e a necessidade da abordagem e da apropriação de novos conhecimentos.

O **diálogo tradutor**, como proposta pedagógica, possui como premissa que “o conhecimento tem sua origem na *interação não neutra entre sujeito e objeto*” (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERAMBUCO, 2011, p.182, grifos dos autores), sujeito que, por ser coletivo e não neutro, tem sua constituição caracterizada pelas esferas simbólica, social e produtiva. Com esse entendimento, a preocupação recai sobre cada um dos alunos que, por seu turno, se constitui como “sujeito coletivo à medida que interage, estabelecendo relações com o meio físico e social pelas quais se apropria de padrões quer de comportamento quer de linguagem para uma abordagem do objeto do conhecimento” (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERAMBUCO, 2011, p.183). Essa concepção de sujeito acena para o reconhecimento da qualidade das interações que o aluno já tem com o objeto de estudo (dentro ou fora das Instituições de Ensino), bem como para aquelas que deverão ser proporcionadas pela educação escolar para melhor compreensão do objeto em questão.

No caso da revisão de tópicos de Matemática Básica, a **dialogicidade tradutora** apresenta-se como uma estratégia pertinente. A experiência que se tem de quase 15 anos lecionando Matemática nos cursos de engenharia permite afirmar que os alunos, muitas vezes, se

apropriaram de formas inadequadas de resolução que, quando discutidas, podem promover a desestabilização de convicções equivocadas e a necessidade de apropriação dos conhecimentos matemáticos de forma consciente e adequada. Frisa-se, em relação às postagens apresentadas nas figuras 6a e 6b, que a retomada das resoluções das questões de provas se deu na perspectiva de trabalhar a partir de situações vividas pelos estudantes, as quais, de certa forma, se constituem como situações significativas que permitem discussões e questionamentos.

Não é o mote desta tese discutir com profundidade os problemas que conduzem à construção equivocada de propriedades e conceitos matemáticos. São muitas as variáveis envolvidas. Vale lembrar, porém, que os conceitos e as propriedades revisados na disciplina Módulos de Matemática Básica possuem um grau de abstração próprio da área da matemática e exigem abordagens diferenciadas que vão além da resolução mecânica de uma lista infindável de exercícios. A experiência de quase 15 anos trabalhando com revisão de matemática básica nos cursos de engenharia sustenta essa inferência.

De outra parte, como já mencionado, os alunos que postaram suas dúvidas no Facebook, somados aos que participaram das discussões desencadeadas pelas postagens realizadas pela professora/pesquisadora, como exemplificado nas figuras 6a e 6b, **colaboraram** e, dessa forma, permitiram que “traços” de um **diálogo tradutor** pudessem acontecer nos espaços sociais virtuais. Com esse entendimento, é possível aferir que o **diálogo tradutor** ou a **dialogicidade tradutora** só acontece nos espaços sociais da Web 2.0 quando os alunos aparecem na rede e **colaboram**. De acordo com Nóvoa, “contrariamente a outros profissionais, o trabalho do professor depende da ‘colaboração’ do aluno” (NÓVOA, 2002, p.23, grifo do autor).

A experiência do Ciclo I, permeada pelas reflexões já apresentadas sobre confiança nos capítulos II e III, permite aferir que a **colaboração** desejada só acontece quando os estudantes **confiam**. E quando **confiam** compartilham, nos espaços sociais, suas dúvidas, seus pontos de vista e conhecimentos sobre o assunto ou temática em questão. Essa **colaboração/confiança** (Quadro 6) permite a **ação dialógica** e **problematizadora** do professor e, portanto, contribui para que o diálogo tradutor ocorra nos espaços sociais da Web 2.0. É relevante ressaltar que a confiança mútua implica, também, numa ação transparente das intenções pedagógicas do professor.

Quadro 6 - Colaboração/Confiança para promover o diálogo tradutor  
Nos espaços sociais da Web 2.0

**Colaboração/Confiança**  
para promover o diálogo tradutor nos espaços sociais da Web 2.0, significa:  
**compartilhar dúvidas, pontos de vista e**  
**conhecimentos sobre determinado tema.**

Fonte: Organizado pela autora.

Para explicitar o entendimento da **colaboração** para a dialogicidade tradutora com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0, bem como sua imbricada relação com a **confiança**, que subsidia as inferências realizadas anteriormente, recorre-se, novamente, às postulações de Freire (1982) sobre a ação dialógica, já discutidas no capítulo II, e se adota o conceito de **colaboração** apresentado por Damiani (2008).

Damiani resgata a compreensão de **colaboração**, que é assumida nesta tese, apresentada por Costa (2005) a partir do verbo colaborar, o qual é “derivado de *laborare* – trabalhar, produzir, desenvolver atividade tendo em vista um determinado fim” (DAMIANI, 2008, p. 214). Sendo assim, na **colaboração**, ao desenvolverem um trabalho conjunto, “os membros de um grupo se apóiam (*sic*) visando atingir objetivos comuns negociados pelo coletivo, estabelecendo relações que tendem à não hierarquização, liderança compartilhada, **confiança** mútua e co-responsabilidade (*sic*) pela condução das ações” (DAMIANI, 2008, p.2014, grifo meu).

Freire (1982) apresenta a “co-laboração”<sup>35</sup> como uma das características da ação dialógica. A imbricada relação entre **colaboração** e **confiança** que se entende estar presente na definição de Damiani (2008) também aparece na concepção freiriana. Freire (1982) advoga que a “co-laboração”, como elemento constitutivo da ação dialógica, somente pode realizar-se na comunicação entre sujeitos, mesmo que estes tenham níveis distintos de função, de responsabilidade. Uma necessária comunhão entre os sujeitos, que gera a verdadeira colaboração para promover o desvelamento do mundo para transformá-lo, deve ter como alicerce a humildade, presente na ação revolucionária realmente humana, e que, por isso, se faz simpática, amorosa, comunicante e libertadora (FREIRE, 1982).

A **colaboração**, como característica da ação dialógica – parafraseando Freire (1982, p. 198) –, exige adesão dos alunos (das

---

<sup>35</sup> Esta é a forma como Freire apresenta o termo colaboração em seus escritos.

massas oprimidas<sup>36</sup>) para desvelar o mundo e transformá-lo. Essa adesão coincide com a **confiança** que os acadêmicos (massas oprimidas) começam a ter em si mesmos e no professor (liderança revolucionária), quando percebem sua dedicação, a autenticidade de suas intenções para a libertação dos homens. Da mesma forma, a **confiança** dos alunos (massas oprimidas) no professor (na liderança revolucionária) implica na **confiança** que este tenha neles. Contudo, Freire alerta que a liderança revolucionária (o professor) deve desconfiar, deve estar atenta à ambiguidade dos oprimidos (dos alunos), entendimento que remete a pensar ou a estar atento, no caso da educação formal, às barreiras advindas da relação de poder que marca a tradição da relação professor-aluno e que pode, por exemplo, levar os alunos a silenciarem com medo de como suas fragilidades possam ser usadas num processo avaliativo. Uma triste realidade, a qual se verifica na vivência que se tem como docente.

Numa transposição da concepção freiriana acerca da ação dialógica, cabe ressaltar que, no Ciclo I da intervenção pedagógica, tem-se o entendimento de que o mundo a ser desvelado pelos alunos é o mundo dos conceitos e das propriedades básicas da matemática, a fim de libertar os estudantes das amarras que os impedem de evoluir na compreensão da matemática exigida pelos cursos de engenharia.

Os baixos percentuais de participação tanto no *blog* como no Facebook, advindos da pesquisa no Ciclo I sinalizam que a **colaboração/confiança** para promover a dialogicidade tradutora com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0, como colocado no Quadro 6, encontra outros obstáculos semelhantes aos já vivenciados nas salas de aulas presenciais e destacados no Quadro 5: vergonha da exposição, medo de errar e falta de interesse. Por outro lado, um aspecto positivo de promover o diálogo tradutor nos espaços sociais da Web 2.0, percebido na experiência no Ciclo I, é que os comentários e as postagens por meio dos quais são socializados os conhecimentos do professor e dos alunos, bem como as discussões realizadas, ficam registrados e podem ser revisitados pelos participantes e até mesmo podem ser resgatados pelo professor para futuras problematizações.

Além disso, não é demais pontuar que os recursos de publicação, tanto do *blog* quanto do Facebook, associados aos recursos dos dispositivos móveis, possibilitam dinâmicas diferenciadas de socialização, compartilhamento e visualização daquelas que acontecem, por exemplo, nos fóruns de Ambientes Virtuais de Aprendizagem

---

<sup>36</sup> Ver capítulo II, item 2.1, sobre a compreensão de oprimido.

organizados pelas Instituições de Ensino. A pequena experiência na utilização de AVAs permite colocar que, diferente das redes sociais, esses espaços não se constituem como um ambiente “natural” de socialização entre os jovens. Nesse sentido, cabe ressaltar que a pesquisa realizada no Ciclo I, como já pontuado, indicou que 75% dos alunos que acessaram o Facebook alegaram ter acompanhado as postagens na tentativa de solucionar suas dúvidas. Nessa direção, os recursos dessa rede social, embora limitados, sinalizam que a postagem exposta na Figura 6a obteve 197 visualizações e, na Figura 6b, um total de 203 visualizações. Que tipo de reflexão os alunos fizeram fundamentados nessas visualizações não foi objeto de investigação, mas 75%, dos 14,7% dos alunos que acessaram o Facebook, parecem ter assistido às discussões que ocorreram por meio das postagens realizadas pela professora/pesquisadora em busca de esclarecimento para as suas dúvidas. As dúvidas dos alunos talvez não tenham sido mais expostas também pelo medo de como estas poderiam ser usadas nas avaliações da disciplina Módulos de Matemática Básica.

### 5.3 ENCAMINHAMENTOS PARA O CICLO II

As reflexões realizadas anteriormente sobre a **dialogicidade tradutora** substanciaram o entendimento de que um dos desafios que se configurava para o Ciclo II da intervenção pedagógica, já sinalizado nas reflexões do capítulo III, era conseguir **colaboração/confiança** dos estudantes, no âmbito da compreensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Isso para que se pudesse promover a **dialogicidade tradutora** que possibilitasse, na medida do possível, apreender a *consciência primeira* dos estudantes e provocar/promover problematizações com vistas a rupturas que tornassem possível uma melhor compreensão ou ainda que contribuíssem para a constituição de uma *consciência crítica* acerca das complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Nesse sentido, o apoio dos espaços sociais da Web 2.0 se apresenta como mais uma rota de circulação (de trânsito) de conhecimentos do professor e dos alunos, mas também parafraseando Barbero (2014), como *outra forma de estar junto* dos alunos, o que abre possibilidades para outros momentos de problematizações e provocações, tanto individuais quanto coletivas. Como já colocado, a realidade da FURB, instituição onde se realizou a parte empírica desta pesquisa, não permite ou carrega grandes dificuldades para atividades robustas no contraturno dos cursos, uma vez que os cursos têm períodos

de aula bem definidos (matutino, vespertino e noturno) e a grande maioria dos alunos trabalha. Restava saber se os alunos estariam dispostos ou abertos a essa *outra forma de estar junto*.

Ainda no final do Ciclo I, em busca de maiores subsídios e informações para implementação do Ciclo II, aplicou-se o questionário B (ANEXO II), o qual foi respondido por 120 participantes do Ciclo I. As questões giraram em torno dos seguintes aspectos:

- (i) forma de acesso à Internet;
- (ii) participação de alunos de outras fases ou semestres do curso no grupo do Facebook, principalmente no que se refere à participação de alunos veteranos ou de fases mais adiantadas do curso;
- (iii) necessidade de discussão sobre temas contemporâneos durante a formação do engenheiro; e quais seriam os temas de interesse;
- (iv) disponibilidade para participar de Atividades Acadêmicas Científico-Culturais (AACCs)<sup>37</sup> no contraturno e aos sábados pela manhã.

Como era de se esperar, 90% dos alunos, que responderam ao questionário B, tinham acesso à Internet, não de forma exclusiva, pelo celular. Eles viram com bons olhos a presença/participação de alunos de outras fases (veteranos) dos cursos de engenharia nos espaços sociais virtuais. Manifestaram o entendimento ou percepção de que os veteranos colaboram ao trazerem novos ou relevantes elementos para as discussões. Um exemplo dessa situação foi trazido na postagem exposta na Figura 6b, segundo a qual o diálogo ocorreu entre dois alunos calouros, dois alunos veteranos e a professora/pesquisadora.

No que se refere à participação de veteranos, cabe destacar que o grupo do Facebook usado no Ciclo I foi composto por alunos de diversas fases dos cursos de engenharia, alunos formados que fazem pós-graduação e/ou atuam no mercado de trabalho e por alguns professores convidados e que lecionam nos cursos de engenharia da

---

<sup>37</sup> Atividades Acadêmico-Científico-Culturais (AACCs) dos cursos de graduação da FURB são atividades curriculares que envolvem ensino, pesquisa e extensão, desenvolvidas pelo acadêmico durante o processo de construção de sua formação. Têm como objetivo ampliar as possibilidades de formação e contribuir para a autonomia do acadêmico na construção de seu percurso de formação, respeitando o perfil profissional pretendido pelo curso. Podem ser em área específica ou afim ao curso, sendo desenvolvidas na FURB ou fora dela, durante o curso de graduação.

instituição. O acesso ao espaço social virtual por alunos já formados ou mesmo por alunos de outras fases foi uma consequência da criação do perfil pessoal da professora/pesquisadora na rede social Facebook.

A criação desse perfil fez com que ex-alunos solicitassem a “amizade” da professora/pesquisadora nessa rede social e, por considerar pertinente, esses foram convidados a participar do grupo *Engenharia Primeiros Desafios*, com a permissão dos estudantes matriculados na disciplina Módulos de Matemática Básica. A possibilidade de reunir calouros e veteranos, bem como alunos já formados, se configurou como uma oportunidade ímpar para troca de experiências e para discussões sobre os desafios enfrentados nos cursos de engenharia, que incluem, certamente, questões relacionadas à especificidade da Matemática. Ressalta-se, no entanto, que apenas os alunos matriculados na disciplina Módulos de Matemática Básica participaram da pesquisa realizada no Ciclo I.

Quanto à discussão sobre temas contemporâneos, a maioria dos alunos que respondeu ao questionário B, manifestou interesse e sinalizou reconhecer a importância de tal discussão para a formação do engenheiro. Entre os temas de interesse, um tanto quanto diversificados, predominou a preocupação com questões relacionadas ao mercado de trabalho e ao acesso a inovações tecnológicas.

Também foi possível perceber, pelas respostas dos alunos, não em sua maioria, traços da consciência da responsabilidade do engenheiro para resolução de problemas enfrentados pela sociedade e o reconhecimento da necessidade de ampliar o espectro de conhecimentos para além das especificidades técnicas da engenharia. Entende-se que tais manifestações dos alunos sinalizam, de certa forma, abertura à problemática levantada nesta tese, ou seja, a necessidade de ampliar, nos cursos de engenharia, espaços em que se oportunizem reflexões críticas sobre temas contemporâneos marcados pelas complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Diante do exposto, cabe enfatizar que as reflexões advindas da experiência e da pesquisa preliminar realizada no Ciclo I, juntamente com a fundamentação organizada nos capítulos I, II, III e IV, trouxeram subsídios para o delineamento do Ciclo II de intervenção pedagógica que se descreve no próximo capítulo.



## CAPÍTULO VI - UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA: CICLO II

A realização desta tese foi movida, sobretudo, no sentido de enfrentar o momento de estar à frente de uma intervenção pedagógica que visou contribuir para uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em cursos de engenharia. Esse foi o objetivo do Ciclo II da intervenção pedagógica que se descreve neste capítulo. A paixão pelo ofício de professora justifica a dedicação de um capítulo exclusivo para esta descrição.

Os capítulos I, II e III trouxeram os fundamentos para a concretização deste momento e permitiram a organização dos *Fatores e circunstâncias* apresentados na Figura 3 do capítulo IV, os quais subsidiam o desenvolvimento da formação almejada. A experiência do Ciclo I permitiu uma vivência que, em consonância com os referenciais teóricos elencados, trouxe segurança para buscar apoio nos espaços sociais da Web 2.0 para, quiçá, encontrar novas rotas para promover discussões críticas acerca de ciência, tecnologia e sociedade junto aos estudantes dos cursos de engenharia da FURB.

O desafio posto para este capítulo é a descrição da experiência do Ciclo II da intervenção pedagógica, na expectativa de que o detalhamento apresentado possa trazer contribuições para colegas professores que compartilham o entendimento da necessidade de ampliação, nos cursos de engenharia, de espaços para reflexões críticas sobre os avanços da ciência e da tecnologia e seus impactos na sociedade.

### 6.1 OS ESPAÇOS SOCIAIS DA WEB 2.0 NA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

Implementado no primeiro semestre de 2015, o Ciclo II da intervenção pedagógica se caracterizou pela proposta de um *Ciclo de debates sobre tecnologias em desenvolvimento – o caso da nanotecnologia* e teve os seguintes objetivos:

**Objetivo geral:** 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:**

- 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.

- **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.

- Promover a **construção coletiva de conhecimentos acerca das relações contemporâneas entre ciência, tecnologia e sociedade** a partir do exemplo da nanotecnologia.

- Ampliar as possibilidades para promover a **dialogicidade tradutora** 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, buscou que os inscitos não se sentissem participantes de um “curso” sobre nanotecnologia no sentido de “receber” informações sobre o tema. O que se teve como horizonte foi a constituição de uma comunidade de aprendizagem, entendida como “um grupo de pessoas que colaboram e aprendem juntas e que são, frequentemente, guiadas ou ajudadas para alcançar uma meta específica ou para cumprir alguns objetivos de aprendizagem” (COLL & MONEREO, 2010, p.272). No caso da presente intervenção pedagógica, os objetivos comuns perpassaram pela discussão sobre aspectos da temática nanotecnologia com o intuito de ampliar a compreensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Nessa perspectiva, o Ciclo II da intervenção pedagógica, uma atividade de livre escolha do aluno, trouxe, no bojo de sua proposta, a possibilidade de viver uma experiência em que a professora/pesquisadora, proponente da atividade, não era uma especialista sobre a temática, de forma a permitir a descentralização do papel da 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 4h de duração cada. Após cada encontro presencial, contabilizou-se um total de mais 4h para o desenvolvimento de pesquisas sobre o tema nanotecnologia e para 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 40h para ser validado no âmbito das Atividades Acadêmico- Científico-Culturais (AACCs).

O enquadramento como AACCs está em consonância com a flexibilidade curricular sinalizada pelos documentos que norteiam a organização dos cursos de engenharia, a exemplo da Resolução CNE/CES 11/2002. Como já abordado na Introdução desta tese, as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia estimulam a concepção de atividades curriculares além da organização tradicional das disciplinas, tais como trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas técnicas, trabalhos em equipe e outras atividades empreendedoras. Igualmente, a proposta está alinhada ao perfil do egresso delineado pela Resolução CNE/CES 11/2002, a qual sinaliza a necessidade de uma formação crítica e reflexiva, considerando aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e mais humana, em atendimento às demandas sociais. A intenção foi aguçar, por meio da temática da nanotecnologia, discussões sobre o papel das decisões pautadas em valores humanos na gestão da tecnologia, bem como sobre a responsabilidade de influenciar o desenvolvimento tecnológico de forma consciente.

No que diz respeito à nanotecnologia e ao contexto da engenharia, como já mencionado no capítulo IV, discussões e estudos nacionais (PINTO, 2009) e internacionais (VEST, 2008) sinalizam que a criação de novas cadeias produtivas no setor industrial estará diretamente associada à imbricação da tecnologia digital, biotecnologia e nanotecnologia – a chamada nova indústria (PINTO, 2009). Sendo assim, proporcionar um debate sobre a nanotecnologia – um exemplo de tecnologia emergente ou em desenvolvimento – marcada por controvérsias sociocientíficas, para além do potencial desse tipo de temática já abordado no item 4.1 do capítulo IV, teve como horizonte atender às expectativas dos alunos que manifestaram, no final do Ciclo I, interesse por discussões sobre inovações tecnológicas.

De outra parte, elencou-se a nanotecnologia como tema de debate para alunos dos cursos de engenharia por conta de seu potencial para aplicação de conhecimentos da área das ciências exatas e naturais. O conceito de nanotecnologia está relacionado à manipulação da matéria na escala nanométrica, ou seja, em nível molecular ou atômico. Com o desenvolvimento dos microscópios de nivelamento e de força nuclear, propriedades da matéria na escala nano passaram a ser vistas/percebidas.

Uma das propriedades da nanotecnologia diz respeito à mudança de características que substâncias comuns podem apresentar quando são sintetizadas em escala nanométrica. Essa afirmação pode ser problematizada, isto é, pode-se levantar o seguinte questionamento: Por que o estudo de um problema em uma escala nano é diferente do mesmo problema em uma escala maior? A própria indagação, bem como a compreensão da sua resposta, requerem, entre outros, conhecimentos de química, matemática e física.

Em especial, no que se refere à matemática, estudiosos da área salientam que uma das grandes potencialidades dos nanomateriais está associada ao aumento, de forma acentuada, da área superficial da estrutura quando o tamanho dessa estrutura é reduzido, ou seja, quando se passa de uma escala macro ou micro para a nanoescala. Sendo assim, a matemática não foi o centro das discussões nesse ciclo da intervenção pedagógica, mas, certamente, permeou significativamente a discussão sobre a temática. Nesse sentido, cabe ainda destacar que a professora/pesquisadora buscou contribuir de forma específica utilizando seus conhecimentos de matemática para auxiliar a compreensão de alguns aspectos do tema, mas teve como principal função conduzir e auxiliar a organização das tarefas desenhadas pelo grupo, em busca de conhecimento sobre nanotecnologias que ampliassem a compreensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

A proposta do ciclo de debates não foi apresentada aos alunos como uma proposta fechada. O desenho dos tópicos pesquisados e debatidos foi obtido com base no interesse dos participantes sobre a temática, incluindo a professora/pesquisadora que, assim como os demais participantes, teve voz ativa na escolha dos tópicos que seriam discutidos.

Para dar conta de uma demanda de conhecimentos sobre nanotecnologia que pudessem estar fora do alcance da professora/pesquisadora, além de uma imersão no tema por meio do estudo de artigos científicos disponíveis na Web, da participação em um curso ofertado pela Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (Fundacentro) em 2014 e de pesquisas realizadas em sítios virtuais utilizados pela divulgação científica contemporânea, como a Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanossoma), contatos efetuados pela professora/pesquisadora com especialistas sobre aspectos da temática da nanotecnologia, a saber:

- uma engenheira química que ministra cursos na Fundacentro sobre os impactos da nanotecnologia na saúde dos trabalhadores;
- um advogado/pesquisador da Universidade Federal do Paraná (UFPR) que tem estudado os processos de regulamentação de produtos que contenham nanotecnologia ; e
- uma pesquisadora da Rede Rede Latinoamericana de Nanotecnologia e Sociedade (RELANS), que tem se dedicado ao estudo das políticas públicas de pesquisas na área de tecnologias emergentes na América Latina.

Efetuaram-se esses contatos na expectativa de poder convidar esses profissionais para participar dos espaços sociais da Web 2.0 que fossem definidos pelo grupo participante do ciclo de debates.

Cabe também frisar que a nanotecnologia como tema de debate para a experiência nesse ciclo atende à diretriz  $a_6$  sinalizada pelos *Fatores e circunstâncias* sintetizados na Figura 3 do capítulo IV e discutida no capítulo I: *promover a formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade por meio de debates de um tema contemporâneo, controverso e marcado por ciência e tecnologia*. Existem muitas incertezas ligadas ao desenvolvimento da nanotecnologia. Os estudos sobre os impactos do uso de nanopartículas ainda são incipientes, e a escala nanométrica traz grandes dificuldades para avanços nesse sentido, mas, apesar desse estágio inconcluso, diversos produtos baseados nessa tecnologia já estão sendo comercializados no mercado mundial.

Na visão de alguns pesquisadores, a principal barreira ao desenvolvimento em âmbito mundial está relacionada com riscos associados aos impactos no meio ambiente e, conseqüentemente, à saúde humana no uso de nanoestruturas. O projeto de pesquisa em nanociência e em nanotecnologia nasceu da necessidade americana de recuperar seu potencial competitivo. A crise econômica mundial levou a Europa e o Japão a se engajarem nesse campo de pesquisa. Um posicionamento do Brasil nesse contexto, como país emergente, é algo de que os futuros engenheiros precisam tomar consciência e problematizar.

Além disso, para a compreensão tanto dos benefícios da nanotecnologia como da dimensão dos riscos, a matemática tem um papel relevante. Como já colocado, uma característica importante surge com a diminuição das partículas, isto é, a proporção enorme da área de contato superficial em relação ao volume do material, de forma que o

conhecimento da matemática tem relevante papel na compreensão de aspectos técnicos e científicos que embasam as decisões políticas e sociais acerca da temática. Uma compreensão técnico-científica da nanotecnologia aliada a uma reflexão crítica pode contribuir para que o futuro engenheiro constitua um posicionamento de forma a ter uma visão ampliada e crítica da ciência e da tecnologia na sociedade.

O *Ciclo de debates sobre tecnologias emergentes – o caso da nanotecnologia* contou com o apoio da direção do Centro de Ciência Tecnológicas (CCT) da FURB, bem como da assessoria pedagógica desse centro. Para demarcar um espaço visível ou concreto para essa intervenção pedagógica na instituição, realizou-se uma breve apresentação da proposta em uma reunião do CCT onde estão lotados os professores da área específica das engenharias. Coube à professora-pesquisadora realizar a divulgação da atividade aos alunos dos cursos de engenharia. Realizou-se uma divulgação presencial para os alunos que, no período da intervenção pedagógica, estavam na terceira fase dos cursos de engenharia e fizeram parte do Ciclo I. Além disso, fez-se uma divulgação, via Facebook, nos grupos dos cursos de engenharia da instituição que participam dessa rede social e dos quais a professora/pesquisadora faz parte. A divulgação no Facebook contribuiu para a participação de alunos de diversas fases dos cursos de engenharia no Ciclo II da intervenção pedagógica.

Inscreveram-se para o ciclo de debates e compareceram ao primeiro encontro dezessete participantes, no entanto, treze continuaram até o final das atividades dentre os quais seis que haviam participado do Ciclo I da intervenção pedagógica. Os cursos de Engenharia de Alimentos, Engenharia Química, Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica e Engenharia Civil, juntamente com um participante do curso de Arquitetura, integraram o ciclo de debates. A inscrição de um participante da Arquitetura se deu, pois esse curso faz parte do CCT e, para obter a certificação para os participantes, o ciclo de debates foi inserido nas *formações* ofertadas por esse centro. Com a formação desse grupo, venceu-se o primeiro desafio, que foi a constituição de um grupo para o Ciclo II da intervenção pedagógica e, sobretudo, ciente de que não seria ministrado um curso sobre nanotecnologia. Deixou-se bem claro para os inscritos que o objetivo era formar um grupo de pesquisa, de estudo, para debater/discutir sobre nanotecnologia.

A inscrição para o Ciclo II da intervenção pedagógica teve como um de seus pré-requisitos, além do interesse pela temática nanotecnologia, “estar conectado”, ou seja, ter acesso fácil à Internet por

celular, *tablet* ou qualquer outro dispositivo móvel, e disponibilidade para participar de espaços sociais da Web 2.0, a exemplo do Facebook.

Em linhas gerais, a intervenção pedagógica do Ciclo II buscou promover, por meio **da ação dialógica e problematizadora** (FC - b<sub>1</sub> - Figura 3), um **debate coletivo** sobre uma tecnologia emergente e que **apresenta controvérsias sociocientíficas** (FC - a<sub>6</sub> - Figura 3). Tal ação, inspirada na fundamentação teórica apresentada nos quatro primeiros capítulos, teve como horizonte um **processo democrático** (FC - b<sub>3</sub> e c<sub>2</sub> - Figura 3), o estabelecimento de laços de **confiança** (FC - b<sub>1</sub> e c<sub>9</sub> - Figura 3) e, à medida do possível, tendo em vista a relação professor-aluno já instituída entre os sujeitos, promover uma **relação horizontal entre os participantes** (FC - b<sub>1</sub> e c<sub>8</sub> - Figura 3).

## 6.2 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

Neste item, descrevem-se as atividades realizadas nos cinco encontros presenciais do *Ciclo de debates sobre tecnologias em desenvolvimento – o caso da nanotecnologia*. Fez-se a apresentação da proposta aos participantes de forma aberta, e os objetivos de cada encontro foram construídos com a participação dos integrantes a partir das discussões e dos materiais socializados ou compartilhados nos tempos presenciais e *on-line*. Para retratar esse processo, faz-se a descrição das atividades a partir de breves relatos e permeada por falas dos participantes obtidas da transcrição das gravações dos encontros presenciais e de comentários realizados no *blog* ou no grupo do Facebook. Os participantes encontram-se identificados por códigos alfa numéricos de P01 a P13, e a fonte do comentário encontra-se indenticada por CF (Comentário Facebook), CB (Comentário *Blog*) e TG (Transcrição de Gravação)<sup>38</sup>.

Em especial, as falas dos participantes expostas na descrição do primeiro e do segundo encontros apresentam traços do que se designa de *consciência primeira* acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Essa consciência também foi manifestada nas postagens realizadas nos espaços sociais da Web 2.0 nesse período. No final do segundo encontro, e de forma mais incisiva no terceiro encontro, foram iniciadas as problematizações que, por sua vez, se estenderam até o final do ciclo de debates. No quarto encontro, os participantes socializaram e discutiram parte de suas pesquisas sobre aplicações de nanotecnologia.

<sup>38</sup> Destaca-se que se citou *ipsis litteris* o que estava escrito no *blog* e no Facebook, bem como na transcrição da gravação e na resposta ao questionário.

No quinto encontro, realizou-se uma avaliação do Ciclo II da intervenção pedagógica que teve sua finalização nos espaços sociais da Web 2.0 elencados pelo grupo

### 6.2.1 O primeiro encontro – Ciclo II

O primeiro encontro presencial do ciclo de debates teve como objetivos: (i) apresentação dos participantes e socialização dos interesses pela temática; (ii) definição coletiva dos aspectos da temática nanotecnologia abordados durante o ciclo de debates; (iii) definição dos espaços sociais da Web 2.0 utilizados ao longo do ciclo de debates; e (iv) definição dos encaminhamentos para o segundo encontro presencial. Seis atividades foram realizadas no primeiro encontro presencial. No Quadro 7, encontram-se descritas as atividades I e II.

Quadro 7 - Atividades I e II – Ciclo II – Primeiro encontro

Atividade	Descrição
I – Apresentação do vídeo – <i>Nanotecnologia</i> – do Canal FACAMP (10min)	O vídeo foi utilizado para abrir a discussão sobre nanotecnologia, com a definição do tema e uma panorâmica das diversas áreas de aplicação. Por meio de um breve percurso histórico, o material apresentou a evolução computacional que, articulada ao desenvolvimento de potentes microscópios, contribuiu para o avanço da nanotecnologia. O vídeo não faz menção às controvérsias sociocientíficas do tema e é finalizado com considerações sobre a revolução tecnológica anunciada a partir do desenvolvimento da nanotecnologia, sinalizando que esse é um campo fértil de pesquisa e inovação tecnológica.
II – Discussão sobre o tema	Uma discussão sobre aspectos da nanotecnologia foi iniciada com a socialização dos interesses do grupo pela temática e, após, feita a apresentação do vídeo do Canal FACAMP. A discussão foi enriquecida com a socialização feita por um dos participantes de um produto à base de nanotecnologia – o vidro líquido.

Fonte: Elaborado pela autora.

O objetivo da primeira discussão, descrita na atividade II do Quadro 7, era deixar emergir os principais interesses pela temática e observar os primeiros traços do que se designa de *consciência primeira* dos participantes. Nessa oportunidade, um dos participantes mostrou uma pequena quantidade de vidro líquido num frasco transparente e demonstrou a impermeabilidade proporcionada pelo produto através da

impenetrabilidade da água na superfície de algumas peças revestidas com o vidro líquido trazidas para o primeiro encontro. Da discussão proporcionada por esse exemplo de aplicação de nanotecnologia, eis alguns aspectos que merecem destaque:

(i) A dimensão da escala nanométrica:

*“Isso daqui a gente chama de vidro líquido, de fato ele é vidro, só que transformado em líquido. Ele é composto basicamente de dióxido de silício, só que na escala nano, você espalha ele em qualquer lugar e ele vai formar uma camada de cerca de 100 nanômetros e cerca de 500 vezes mais fino que um fio de cabelo, super-resistente, ele tem aquela propriedade de repelir a água, a sujeira, a corrosão, a oxidação. [...] quando a gente fala em nano tem um grande problema porque a gente não vende pra público porque você quer, por exemplo, pra passar nessa mesa, se você olhar aqui ela está praticamente limpa. Mas se olhar num microscópio você vai ver que ela tá um tanto suja, tem a oleosidade da minha mão, mas isso impede que o produto chegue na superfície, porque a digital de um dedo é cerca de 20 vezes mais espessa que a camada do produto .. então por isso não vendemos para o consumidor final ... porque se você quer passar no vidro da tua casa não vai estar limpo então não vai funcionar.” (P05-TG).*

(ii) O deslumbramento dos participantes com o potencial do vidro líquido no revestimento de superfícies:

*“Assim, por exemplo, se for usar nos vidros, ele repele toda a água no final a limpeza fica muito mais fácil” (P06-TG).*

*“Pelo que o participante X explicou se a gente revestir todo o telhado com este produto que ele mostrou, comprar telha já pronta pra isso, a água vai repelir, cria, um sistema de captação, 100% da água que cair no telhado é aplicável pra casa [...] o produto 100% aplicado, 100% da água aplicada, o gasto com consumo lá dentro vai diminuir um monte, a energia que pode ser usada*

*também vai ser muito mais intensificada.” (P03-TG).*

(iii) As primeiras observações do posicionamento do Brasil no que se refere à pesquisa em nanotecnologia:

*“Eu vi vídeos aqui que está tendo grupos de estudo, a iniciativa do governo pra nano, estudo, o Brasil está cerca de 30 anos atrasado [...]” (P05-TG).*

*“[...] é que isso aí ainda está em desenvolvimento e você falou infelizmente o Brasil está trinta anos atrás.” (P03-TG).*

*“Não é nem no Brasil é só coisa importada, é só importação.” (P05-TG).*

(iv) A percepção de que o custo é muito alto e a crença de que esse é o maior entrave para que o produto chegue ao grande público:

*“[...] é um produto que vem da Alemanha. Quanto está o Euro? Ou outros países quanto está o dólar? Então lá eles estão tentando baratear, vai se desenvolvendo, vai tendo mais empresas, mais concorrência, vai barateando, vai aumentando tempo de duração do produto. As características também. O pessoal lá vai apresentando coisas novas pra gente vender e trabalhar aqui. Então, e às vezes até ele fala: ó consegui um preço mais baixo, ao contrário de tudo. Tudo está aumentando de preço e eles estão conseguindo até baixar.” (P05-TG).*

*“O produto que os caras que limpam o sofá já têm, sabem que é inferior como tu disse aí. O que estamos falando hipoteticamente, o deles seria de um custo de um real e o seu é dez, então, por exemplo, o teu é dez vezes mais caro, mas quando tiver por cinco, três, dois, por exemplo, ele só custará o dobro, mas é dez vezes melhor. É que isso aí ainda está em desenvolvimento.” (P03-TG).*

A partir da discussão da atividade II, a professora/pesquisadora passou para a atividade III. No Quadro 8, apresenta-se uma síntese dessa atividade.

Quadro 8 - Atividade III – Ciclo II – Primeiro encontro

Atividade	Descrição
III – Definição dos aspectos da nanotecnologia discutidos ao longo do ciclo de debates	<p>- Após a discussão sobre o exemplo do vidro líquido, a professora/pesquisadora colocou a necessidade de o grupo estabelecer algumas frentes de discussão sobre a temática. Diante do que havia sido discutido na atividade II, o grupo decidiu por <i>verificar como o Brasil está se desenvolvendo para levar a nanotecnologia para o consumidor final</i>. As preocupações dos participantes nesse sentido foram com a minimização dos custos, com o levantamento das iniciativas brasileiras para que a nanotecnologia pudesse chegar ao consumidor final.</p> <p>- Alguns membros do grupo manifestaram a importância de se pensar na <i>possibilidade de integrar todos os cursos presentes no ciclo de debates no desenho de um projeto conjunto de pesquisa</i>. Diante dessa manifestação do grupo, a professora/pesquisadora socializou sua aproximação com o projeto de uma casa modelo existente na FURB, e a possibilidade de articulação de pesquisas sobre nanotecnologia com esse projeto. Os participantes se animaram, então, a buscar aplicações de nanotecnologia que pudessem ser utilizadas em uma casa, principalmente por conta do potencial da nanotecnologia no que se refere a questões de sustentabilidade, economia de água, energia e redução de custos. Todos os participantes se comprometeram a pensar nessa possibilidade para que pudesse ser discutida no segundo encontro.</p> <p>- A <i>preocupação com os impactos da nanotecnologia na saúde</i> também foi um tópico elencado pelo grupo para discussão sobre a temática. Essa preocupação, levantada pelo participante P14 e associada às provocações da professora/pesquisadora, gerou uma discussão sobre os impactos da tecnologia na sociedade.</p>

Fonte: Elaborado pela autora.

Como mostrado no Quadro 8, as discussões realizadas até então trouxeram subsídios para que o grupo sinalizasse três frentes de discussão sobre a temática nanotecnologia: (i) *o Brasil e a pesquisa em nanotecnologia*; (ii) *a possibilidade de integração dos cursos num projeto coletivo de pesquisa em nanotecnologia, tendo como referência*

*aplicações em uma casa; e (iii) impactos da nanotecnologia. A definição dos principais aspectos da nanotecnologia a serem discutidos ao longo do ciclo de debates teve início no primeiro encontro, continuou pelo Facebook e foi concluída no segundo encontro presencial (item 6.2.2).*

No Quadro 9, encontram-se descritas as atividades IV e V.

Quadro 9 - Atividades IV e V – Ciclo II – Primeiro encontro

Atividade	Descrição
IV – Exercício em um <i>blog</i> para familiarização com os recursos desse espaço virtual	- A primeira postagem no <i>blog</i> socializada com os alunos no primeiro encontro foi realizada pela professora/pesquisadora. Nela constavam os objetivos do primeiro encontro e um <i>link</i> para acesso ao vídeo do canal FACAMP utilizado na atividade I. No ANEXO IV, tem-se uma imagem da primeira postagem. Ela foi usada na abertura do ciclo de debates e explorada como exemplo de uma postagem realizada no <i>blog</i> . - A segunda postagem no <i>blog</i> , também realizada pela professora/pesquisadora, descreveu os exercícios que os participantes deveriam realizar no <i>blog</i> , ainda no primeiro encontro presencial, para explorar os recursos desse espaço virtual, tais como: efetuar uma nova postagem, fazer comentários nas páginas e nas postagens do <i>blog</i> , editar uma postagem e uma página e compartilhar links de outras páginas da Web. No Anexo V, apresenta-se uma imagem dessa postagem.
V – Definição dos espaços sociais virtuais utilizados ao longo do ciclo de debates	- Após o exercício no <i>blog</i> e a constatação de que todos os participantes eram usuários da rede social Facebook, em discussão coletiva, o grupo optou por usar o <i>blog</i> criado pela professora/pesquisadora por reconhecer suas potencialidades para apoiar o ciclo de debates. Os participantes optaram por manter o <i>blog</i> fechado, ou seja, com acesso apenas aos participantes do ciclo de debates, sem descartar a possibilidade de o espaço ser aberto ao público externo ao final das atividades, mas com algumas adaptações. Esse aspecto ficou para ser decidido no final do ciclo de debates. O grupo também decidiu por fazer uso de um novo grupo fechado no Facebook, composto apenas pelos participantes do ciclo de debates. Houve uma discussão para utilização do <i>WhatsApp</i> , mas como dois participantes do ciclo de debates não tinham celulares com acesso a esse aplicativo, o grupo decidiu por não usá-lo.

Fonte: Elaborado pela autora.

Outro objetivo do primeiro encontro foi a definição dos espaços sociais da Web 2.0 que seriam utilizados durante o ciclo de debates. Diante da pouca participação no *blog* utilizado no Ciclo I da intervenção pedagógica e das razões explicitadas pelos participantes para o pouco uso desse espaço virtual, estruturaram-se exercícios para serem realizados num novo *blog* criado pela professora/pesquisadora e intitulado *Ciclo de debates sobre tecnologias em desenvolvimento: o caso da nanotecnologia*. Desse novo *blog*, todos os inscritos para o ciclo de debates foram convidados para participar como administradores<sup>39</sup> e, como tal, tinham acesso a todos os recursos de customização desse espaço.

As atividades do Quadro 9 foram realizadas no primeiro encontro para subsidiar a definição dos espaços sociais virtuais elencados pelo grupo. Como descrito na atividade V, os participantes do ciclo de debates decidiram pelo uso do *blog* criado pela professora/pesquisadora e pela criação de um novo grupo fechado na rede social Facebook. As primeiras sugestões de articulação desses espaços sociais virtuais foram apontadas pelos próprios participantes:

*“Minha ideia seria usar o facebook como uma forma mais prática e ágil de compartilhar conteúdos e interesses que vão surgindo. Depois filtramos o que consideramos importante e levamos para o blog”. (P09-CF).*

*“Concordo com P09. No Facebook temos uma facilidade maior. As pessoas acessam mais rápido... E o que for de maior interesse e relevância, vai para o blog. (P06-CF, adaptado pela autora para preservar a não identificação dos participantes).*

A atividade VI do primeiro encontro foi a aplicação de um questionário, adaptado de Niezwida (2012) e intitulado *Qualidade da relação entre ciência, tecnologia e sociedade*. Uma análise minuciosa desse instrumento conduziu ao entendimento de que, salvo algumas poucas adaptações, poderia ser usado para um diagnóstico inicial da qualidade da relação entre ciência, tecnologia e sociedade dos participantes, mas, principalmente, poderia se constituir como um

---

<sup>39</sup> Na plataforma Blogger, os administradores de um *blog* têm acesso a todos os recursos do *blog*.

instrumento pedagógico para apresentar aos futuros engenheiros o objetivo geral do ciclo de debates sobre nanotecnologia.

Quadro 10 – Síntese dos objetivos do questionário *Qualidade da relação entre ciência, tecnologia e sociedade*

Objetivos	Questões	Justificativa de escolha da questão
1) Definição de ciência e de tecnologia	Q1	Identificar o entendimento sobre ciência.
	Q2	Identificar o entendimento sobre tecnologia.
	Q3	Identificar o modelo de relação entre tecnologia e ciência.
2) Construção social da tecnologia	Q4	Identificar a percepção quanto à tomada de decisões do usuário e de sua dependência de especialistas.
	Q5	Identificar a percepção da influência dos cidadãos sobre o desenvolvimento da tecnologia.
3) Influência da ciência e da tecnologia sobre a sociedade	Q6	Identificar a percepção ou não da influência da tecnologia sobre a sociedade.
	Q7	Identificar a percepção da influência da tecnologia sobre a sociedade como totalmente positiva ou se são identificados problemas na relação tecnologia e sociedade.
	Q8	Buscar o entendimento sobre o grau de responsabilidade atribuído à ciência, à tecnologia e aos cidadãos, diante de resultados problemáticos da ciência e da tecnologia na sociedade.
	Q9	Buscar averiguar como é entendido o papel ou a responsabilidade de cidadãos especialistas em ciência e em tecnologia nas decisões sobre esses temas.
	<b>Q10</b>	<b>Buscar averiguar a importância do conhecimento científico, mais especificamente da matemática, para tomada de decisão, bem como suas fragilidades.</b>
4) Influência da sociedade sobre a ciência e sobre a tecnologia	Q11	Identificar se a influência da sociedade sobre a tecnologia é percebida e se as posturas positivistas são endossadas.
	Q12	Identificar se a influência da sociedade sobre a ciência é percebida. e se as posturas positivistas são endossadas.
	Q13	Identificar a percepção ou não da influência da sociedade sobre a ciência e o papel dos governos e da subvenção no direcionamento da ciência.
	Q14	Identificar a percepção da interferência da sociedade na ciência e na tecnologia e a relação entre especialistas e cidadãos na tomada de decisão.
	Q15	Identificar a percepção da influência social em tecnologia e ciência e como é visto o papel de grupos de interesse na ciência e na tecnologia.

Fonte: Elaborado pela autora – adaptado de Niezwida (2012).

O Quadro 10 apresenta uma síntese dos objetivos do questionário *Qualidade da relação entre ciência, tecnologia e sociedade* (Anexo VI) que foi adaptado de Niezwida (2012) e aplicado aos participantes do ciclo de debates no primeiro encontro. Elencaram-se as quinze questões que compunham o instrumento de Niezwida do *Cuestionário de Opiniones sobre Ciencia, Tecnologia e Sociedad* (COCTS)<sup>40</sup> e que foram organizadas em quatro categorias estabelecidas pela autora: (i) definição de ciência e tecnologia; (ii) construção social da tecnologia; (iii) influência da ciência e da tecnologia na sociedade; e (iv) influência da sociedade na ciência e na tecnologia (NIEZWIDA, 2012). Das quinze questões adotadas por Niezwida, alterou-se totalmente apenas a questão 10 (**Q10**), destacada em negrito no Quadro 10. Utilizaram-se as demais questões conforme proposto por Niezwida, com pequenas adaptações por conta da tradução do espanhol para o português.

Para tabulação das respostas dos participantes, adotou-se, assim como Niezwida (2012), o modelo de resposta *única* do COCTS, o qual classifica as repostas em três modalidades: Adequada, Plausível ou Ingênua. Cada resposta Adequada (A) vale 3,5 pontos. A cada resposta classificada como Plausível (P) atribui-se 1,0 ponto. As respostas classificadas como Ingênuas (I) não pontuam (0,0 pontos). Cada pergunta apresenta três opções de respostas, com pontuação zero, para o caso de o sujeito não se identificar com alguma das alternativas propostas. Essa forma de pontuação permitiu a organização dos resultados das respostas dos participantes na forma de gráficos lineares, e esse foi outro aspecto, além do conteúdo das questões, que levou à aplicação do questionário adaptado de Niezwida (2012).

Ressalta-se a compreensão que se tem da limitação de questionários de múltipla escolha. Entretanto, o conteúdo das questões, e de forma especial os gráficos organizados a partir das respostas dos participantes, como exemplificado na Figura 7, apresentaram-se como uma linguagem matemática para a discussão da qualidade almejada de compreensão da relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Uma

---

<sup>40</sup> O COCTS, organizado por Vázquez e Manassero (1998), é um questionário constituído por 100 questões ou problemáticas, cada uma com certo número de enunciados como alternativas de respostas. Tal questionário foi construído subsidiado pelo marco da psicologia social, e busca captar determinados posicionamentos como categoria adequada para se referir à integração de cognições, condutas e tendências afetivas para temas relacionados com a natureza da ciência e da tecnologia, com questões epistemológicas e relações CTS (NIEZWIDA, 2012).

linguagem que faz parte da relação histórica e acadêmica da professora/pesquisadora e dos demais participantes do Ciclo II da intervenção pedagógica e com a qual os estudantes de engenharia estão familiarizados.

Figura 7 - Resultado individual da qualidade da compreensão da relação entre ciência, tecnologia e sociedade dos participantes do Ciclo II da intervenção pedagógica



Fonte: Organizada pela autora.

Organizaram-se dois gráficos a partir da tabulação das respostas dos participantes apresentada no ANEXO VII: um numa perspectiva individual (Figura 7); e outro, numa perspectiva coletiva (Figura 9 – apresentada na descrição do segundo encontro). Inicialmente, se fez a socialização desses gráficos com os participantes pelo *blog* e pelo grupo fechado do Facebook e realizou-se uma discussão com o grupo no segundo encontro presencial.

A título de exemplo, destaca-se, na Figura 7, o somatório de **P7**. Segundo os parâmetros do instrumento adaptado de Niezwida (2012), esse participante obteve uma pontuação mais próxima da linha de *compreensão Adequada* acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, que é uma concepção que apresenta proximidade com a *consciência crítica*<sup>41</sup> almejada no Ciclo II da intervenção pedagógica.

<sup>41</sup> No capítulo VII, apresenta-se, de forma pontual, o que se compreende por consciência crítica acerca das relações CTS.

Finalizou-se o primeiro encontro deixando como demanda para o tempo *on-line* a realização de pesquisas sobre a temática nanotecnologia e que, à medida do possível, fossem compartilhadas tanto no *blog* quanto no grupo fechado do Facebook criados para o ciclo de debates, de forma que, para o segundo encontro, o grupo pudesse estabelecer os principais aspectos que seriam debatidos sobre a temática nanotecnologia que estivessem em consonância com os objetivos individuais de cada participante, mas que também pudessem contribuir para os anseios coletivos de compreensão do tema.

### 6.2.2 O Segundo encontro – Ciclo II

O segundo encontro do Ciclo II da intervenção pedagógica teve como objetivos: (i) reforçar a dimensão da escala nanométrica; (ii) socializar e discutir os resultados da aplicação do questionário *Qualidade da relação entre ciência, tecnologia e sociedade* aplicado no primeiro encontro; (iii) finalizar a definição dos tópicos da temática a serem discutidos ao longo do ciclo de debates; (iv) discutir a forma de integração dos cursos participantes do ciclo de debates, no que se refere à pesquisa de aspectos da nanotecnologia; (v) discutir formas de uso do Facebook e do *blog*; e (vi) estabelecer encaminhamentos para o terceiro encontro e para o tempo de participação *on-line*.

A abertura do segundo encontro se deu com a apresentação de uma página do *blog* onde foram listados os objetivos desse encontro. Socializou-se com os participantes que os objetivos dos encontros presenciais seriam organizados em páginas<sup>42</sup> do *blog* e que qualquer participante poderia fazer uso desse tipo de recurso.

Cinco atividades foram realizadas no segundo encontro. A atividade I consistiu na apresentação do vídeo “O Mundo Nano” e na discussão sobre ele, cujo *link* de acesso se colocou na página do *blog*, organizada com os objetivos do segundo encontro. Essa atividade enfatizou a dimensão da escala nanométrica já abordada no primeiro encontro. Entre outros aspectos, o vídeo, de aproximadamente 10 minutos de duração, mostrou como pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) visualizam e manipulam átomos na escala nanométrica.

---

<sup>42</sup> Diferente das postagens de um *blog*, que são apresentadas em ordem cronológica de publicação, as “páginas” podem ser fixadas na página inicial do *blog*.

A atividade II realizada no segundo encontro consistiu na discussão sobre como integrar todos os cursos presentes no ciclo de debates na pesquisa sobre a nanotecnologia. Essa discussão, já iniciada no primeiro encontro, teve continuidade no grupo do Facebook e foi retomada no segundo encontro. Inicialmente, girou em torno de quais aplicações de nanotecnologia poderiam ser levadas para uma casa na perspectiva de sustentabilidade e otimização de recursos, como exemplificado nas falas a seguir:

*“Eu gosto da parte de automação da casa, automatizar a casa para economizar energia e tudo”. (P03-TG)*

*“Essa parte toda de economia, tempo, economia de dinheiro ou não, o pessoal da produção pode ajudar a analisar, ver isso. Então é um jeito assim de todo mundo entrar assim, contribuir na sua área, numa casa é claro, talvez, seja difícil juntar tudo num ambiente só, até por que lendo este livro aqui, uma das coisas que eles falam da nanotecnologia é que não tem essa, estudo sobre aplicação de todas as nanotecnologias já existentes não tem. Não tem essa análise, então talvez a gente possa contribuir nisso, poder quantificar isso. A Led quanto dá pra economizar, essa tinta, quanto vai economizar de água, de energia, o filtro que eu postei. Já está sendo feito com a água da chuva na casa, se puder já filtrar, colocando um filtro não pequeno como aquele da postagem, mas um filtro grande pra escolas. Então, entrar na questão de valores. O custo disso talvez não dê tempo né, mas apenas a parte de quantitativo assim. [...] Apresentamos os benefícios. Aí o pessoal, posso dizer da minha parte, pesquisamos, dá pra usar isso e vai ter esta economia de água de energia a parte sustentável. E vai ter estes benefícios, e a gente vai juntar tudo, e com este resultado encontrar um modelo de uma casa, dizer que uma casa se já existe ou não”. (P05-TG)*

*“[...] Sim, então assim, de uma certa forma, eu poderia estar a trabalhar junto, tipo zelando da parte elétrica da casa, mas é claro né, focando na nanotecnologia que eu tenho visto alguns vídeos. Porque tipo assim a nanotecnologia ela foi*

*desenvolvida no Japão né, e 75% a 80% da população japonesa tem isso como algo totalmente sustentável, claro sem descartar as outras populações. E eu acho que a nanotecnologia tem, é de certa forma totalmente sustentável, sem nunca descartar as desvantagens que também né, pois nada é perfeito. Mas assim pra aquilo que é a nossa realidade, da parte elétrica, não só no Brasil mas em muitos outros países, a forma de como é gerenciado a nossa energia pelas hidrelétricas e tudo o mais acho que não compensa muito. De uma certa forma por não ser fonte renovável e tudo o mais. Já a nanotecnologia é muito mais eficaz e eu acho que seria totalmente sustentável fazer isso numa casa. Ter uma casa totalmente equipada com nanotecnologia, mas claro sem nunca descartar os custos.”(P02-TG)*

As falas de P03, P05 e P02 explicitam o interesse da maioria dos participantes: *pesquisar sobre os benefícios das aplicações da nanotecnologia*. Inicialmente, movidos por encontrar aplicações que pudessem ser articuladas ao projeto de uma casa, três grupos foram organizados nesse encontro: o grupo da *Automação*, com participantes da Engenharia Mecânica e da Produção; o grupo *Alimentos*, formado pelas participantes do curso de Engenharia de Alimentos; e o grupo *Engenharia EAC*, composto pelos cursos de Arquitetura e Engenharias Química, Elétrica e Civil.

A atividade III do segundo encontro foi a continuidade da discussão, já iniciada no primeiro encontro, para a definição das frentes de pesquisa e debate sobre a temática nanotecnologia. Cabe pontuar que, no segundo encontro, todos os participantes estavam com acesso à Internet por meio de *notebooks* e, conforme os temas eram discutidos, consultas e buscas na Web eram realizadas. Além disso, a sala que estava sendo utilizada para os encontros tinha um quadro digital que facilitava a integração entre as discussões e as postagens realizadas pelos participantes, tanto no grupo do Facebook quanto no *blog*, bem como com diversos sítios da Web 2.0. Cinco frentes ficaram definidas para pesquisa e discussão durante o ciclo de debates:

- (i) **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. A questão da regulamentação dos produtos com nanotecnologia, provocada pela professora/pesquisadora, foi compreendida pelos participantes como uma frente necessária de pesquisa e debate; entretanto, resultou em poucas postagens realizadas pelos participantes.

- (ii) **Nanotecnologia no mundo.** Ao buscar informações diretamente na Internet durante a discussão do segundo encontro, o grupo levantou informações sobre quais são os grandes investidores no que se refere à pesquisa em nanotecnologia na atualidade e sobre aspectos históricos de aplicações da nanotecnologia.
- (iii) **O que é nanotecnologia.** Cartilhas foram encontradas na Web, e, em especial, entre outros sítios, os participantes acessaram o *blog* e nele postaram materiais em PDF da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), que tem apoiado iniciativas em pesquisas sobre nanotecnologia no contexto nacional.
- (iv) **Impactos da nanotecnologia.** Na discussão sobre esse tópico, a professora/pesquisadora mostrou para os participantes o *site* da Rede Renanossoma e parte do material sobre nanotecnologia que a Fundacentro tem desenvolvido para orientar os trabalhadores. Fez-se uma provocação ao grupo para que, em suas pesquisas, os participantes olhassem para os benefícios da nanotecnologia, mas também ficassem atentos para as possibilidades de impactos negativos. Essa provocação, já iniciada na atividade III do primeiro encontro, levou o grupo, com incentivo da professora/pesquisadora, a elencar essa frente para pesquisa e debate.
- (v) **Aplicações de nanotecnologia.** Esse era o grande interesse da maioria dos participantes. Até esse encontro, grande parte das postagens, tanto no *blog* quanto no Facebook, foi sobre aplicações de nanotecnologia e sobre os surpreendentes benefícios anunciados com o desenvolvimento dessa tecnologia. Contudo, a princípio, o grupo focaria em aplicações voltadas para uma casa.

No que se refere aos *impactos da nanotecnologia*, durante a discussão sobre esse tópico, pediu-se autorização ao grupo para convidar

duas pesquisadoras da Fundacentro, especialistas nessa área, para compor o grupo fechado no Facebook. Como já mencionado, realizou-se o contato com essas pesquisadoras por meio da participação da professora/pesquisadora em um curso sobre nanotecnologia realizado na Fundacentro em 2014. Diante do aceite do grupo, fez-se o convite, e as pesquisadoras passaram a integrar o grupo fechado do Facebook. Esse convite foi uma forma encontrada pela professora/pesquisadora de contar com a ajuda de especialistas para discutir uma tecnologia emergente cujas aplicações não estavam sendo problematizadas pelos participantes.

Ao longo das atividades até então realizadas, os participantes sinalizaram formas de uso para o *blog* e para o grupo fechado do Facebook. No caso do *blog*, a professora/pesquisadora, ao organizar os encontros presenciais nas páginas do *blog*, exemplificava e comentava formas de uso dos recursos desse espaço social virtual. Criaram-se marcadores no *blog*, como exemplificado na Figura 8, para as frentes de pesquisa elencadas e para os três grupos organizados a partir da definição de pesquisas sobre aplicações de nanotecnologia. Os marcadores permitiram que as postagens no *blog* pudessem ser identificadas e buscadas de forma individual por participante; e coletiva, pelos grupos que se constituíram.

Figura 8 - Exemplo de marcadores no *blog*



Fonte: Organizada pela autora.

Sugestões de articulação entre o *blog* e o grupo fechado do Facebook também foram trazidas pelos participantes ao longo das discussões, tais como:

“Eu acho que dava pra fazer como a professora falou. Organizar as postagens destes grupos. O que pesquisou e até no próximo encontro, trazer o resultado disso [...].” (P05-CF)

“Se alguém postar algo muito importante no blog, avisa no face, porque no face a gente vai todo o dia no blog não.” (P14-CF)

No segundo encontro, foi possível compreender que, com a apropriação dos recursos, as formas de uso do *blog* e do Facebook seriam definidas pelo grupo ao longo do ciclo de debates.

A atividade IV do segundo encontro consistiu na apresentação e discussão do resultado do questionário *Qualidade da compreensão da relação entre ciência, tecnologia e sociedade* (ANEXO VI), aplicado no primeiro encontro. O gráfico mostrado na Figura 9, previamente socializado no *blog* e no Facebook, foi usado para mostrar aos participantes um certo distanciamento do grupo, segundo os parâmetros dos pesquisadores que organizaram o questionário aplicado, do que é entendido como uma visão *Adequada* da qualidade de compreensão da relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

Figura 9 - Resultado coletivo da qualidade da compreensão da relação entre ciência, tecnologia e sociedade dos participantes do Ciclo II da intervenção pedagógica



Fonte: Organizada pela autora.

Discutiram-se as questões Q4, Q5, Q7, Q11, Q12 e Q15, que apresentaram maior distanciamento da linha de compreensão *Adequada*, conforme mostrado na Figura 9, de forma que os seus conteúdos pudessem trazer contribuições para tecer provocações ou problematizações no que tange às relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Além disso, a partir do resultado coletivo visualizado no gráfico da Figura 9 e da discussão das questões supracitadas, explicitou-se ao grupo o interesse da professora/pesquisadora de, por meio do exemplo de uma tecnologia emergente como a nanotecnologia, melhorar a compreensão dos participantes do ciclo de debates a respeito de questões que envolvem as relações entre ciência, tecnologia e sociedade ou dar mais qualidade a essa compreensão.

Havia o entendimento ou pressuposto de que deixar claro esse objetivo para os os participantes era um passo necessário para estabelecer laços de confiança, deixando explícito para o grupo as reais intenções da professora/pesquisadora, principalmente levando em conta as problematizações que seriam realizadas acerca de uma tecnologia vista como promissora e com reconhecido potencial para inovações tecnológicas, área de grande interesse dos futuros engenheiros inscritos no ciclo de debates sobre nanotecnologia. Com o auxílio do gráfico da Figura 9 e da discussão das questões Q4, Q5, Q7, Q11, Q12 e Q15, explicitou-se aos participantes que o objetivo da professora/pesquisadora não era apenas olhar para os benefícios, mas instigar os participantes a olharem criticamente para a nanotecnologia e, conseqüentemente, problematizarem as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Como atividade V do segundo encontro, os participantes dos três grupos se reuniram e se organizaram para a definição das aplicações da nanotecnologia elencadas para aprofundamento e para a discussão no grande grupo, agendada para o quarto encontro presencial. Durante essa atividade, a professora/pesquisadora passou em cada grupo fazendo provocações para que os participantes não se esquecessem de ficar atentos aos eventuais impactos da aplicação da nanotecnologia na área de interesse de cada grupo.

### **6.2.3 O terceiro encontro – Ciclo II**

O terceiro encontro do ciclo de debates teve como objetivo discutir alguns aspectos no âmbito dos impactos da nanotecnologia. Diante da demanda do semestre letivo dos participantes e para que estes tivessem fôlego para se dedicar às pesquisas na área de aplicações de

nanotecnologia para socialização e discussão no quarto encontro, a professora/pesquisadora combinou com o grupo que organizaria o terceiro encontro na perspectiva de apresentar subsídios para a discussão e pesquisa sobre impactos da nanotecnologia. Realizaram-se quatro atividades nesse encontro.

No Quadro 11, estão descritas as duas primeiras. Os dois vídeos descritos no Quadro 11 tiveram como temática a obtenção de água potável. Escolheu-se esse tema, primeiro, porque estava sendo discutido na mídia o problema da escassez de água na região da grande São Paulo e, segundo, por causa de uma postagem realizada no *blog* por um dos participantes, cujo tema era a utilização de um filtro à base de nanotecnologia para obtenção de água potável.

Quadro 11 - Atividades I e II – Ciclo II – Terceiro encontro

Atividade	Descrição
<p>I - Apresentação de 16 minutos do vídeo “<i>Austrália transforma água do mar em água potável</i>”</p>	<p>O vídeo é de 2011 e procura retratar as implicações da construção de robustas usinas de dessalinização de água do mar. Depois de um período de seca decorrente da escassez de chuvas, a Austrália, desde 2006, passou a construir usinas de dessalinização em algumas cidades. Por meio da osmose reversa e com túneis de 2,5 km de comprimento, essas usinas retiram o sal da água do mar transformando-a em água potável.</p> <p>- O vídeo mostra imagens reais da usina e o depoimento do engenheiro responsável pela sua implantação, o qual alega que as usinas de dessalinização de água do mar foram e serão usadas na Austrália com o aval do Governo, para enfrentar a escassez de água potável advinda das mudanças climáticas causadas pelo aquecimento global.</p> <p>- No que se refere aos impactos da utilização de usinas de dessalinização de água do mar, o vídeo mostra: (i) a preocupação dos cientistas com a forma com que a concentração da água do mar está sendo devolvida ao oceano. A água saturada de sal que retorna das usinas não se mistura com a água do mar e tem matado a fauna e a flora marinha e, conseqüentemente, tem afetado o ecossistema marinho da região; (ii) também existe preocupação com o uso de água dessalinizada pelos humanos a longo prazo. Estudos estão sendo realizados, e estes sinalizam a possibilidade de aumentar os riscos de câncer de estômago e bexiga, mas os resultados só virão a longo prazo; (iii) ambientalistas não defendem o uso da dessalinização como uma fonte rotineira de água potável por conta dos altos custos de manutenção e da grande quantidade de energia exigida para o funcionamento das usinas de dessalinização; (iv) aumento no valor das contas de água em cerca de 50%. Os cidadãos não tiveram direito ou opção de escolha sobre o futuro do abastecimento de água na Austrália nem sobre o impacto nas suas contas de água.</p>
<p>II - Apresentação do vídeo postado por um dos participantes sobre um filtro de água, portátil e à base de nanotecnologia usado no Haiti (duração 4min21s)</p>	<p>Apresentou-se esse vídeo, postado no <i>blog</i> por um dos participantes, ao grupo, pois mostra um filtro portátil à base de nanotecnologia utilizado para descontaminação de água imprópria para consumo. O vídeo aborda como exemplo o caso da água um tanto quanto poluída usada no Haiti para consumo humano e sugere que o filtro à base de nanotecnologia pode ser a solução para despoluir águas contaminadas.</p>

Fonte: Organizado pela autora.

Após a apresentação dos dois vídeos das atividades I e II, realizaram-se provocações ao grupo: A nanotecnologia poderia trazer impactos negativos, como no exemplo da usina da Austrália? Como saber? Como andam os estudos nesse sentido? Uma pequena discussão foi desencadeada, e os participantes manifestaram a falta ou a dificuldade para obter esse tipo de informação na Internet:

*“[...] a partir do momento que tu trouxesse esta provocação, pra problemática, pra gente, tá, mas não só coisa boa. Eu fui procurar. A gente não acha, não tem, então o que eu vou postar, eu não estou achando nada, dos impactos, dos problemas, então eu tentei entrar em fórum de discussão, só que eu tinha que me cadastrar e eu não queria, tem a questão do tempo.”(P06-TG)*

Na sequência, as atividades III e IV, descritas no Quadro 12, foram realizadas. Era chegada a hora de mostrar aos participantes exemplos de estudos e sítios da Internet que problematizam o rápido avanço das aplicações da nanotecnologia.

Utilizaram-se os vídeos descritos no Quadro 12 em função de seus conteúdos e porque a pesquisadora da Fundacentro, Arline Arcuri, passou a integrar o ciclo de debates com sua participação no grupo do Facebook. O aceite dessa pesquisadora e de sua colega de trabalho na Fundacentro para participar do grupo fechado no Facebook tornou a discussão ainda mais real. Isso ajudou a professora/pesquisadora em suas problematizações relacionadas aos impactos da nanotecnologia.

Além dos vídeos, alguns *slides*, disponibilizados pelas pesquisadoras no curso ofertado em 2014 pela Fundacentro sobre nanotecnologia, foram usados pela professora/pesquisadora para montar postagens sobre propriedades e impactos da nanotecnologia, tanto no *blog* quanto no Facebook. Discutiram-se algumas dessas postagens, comentadas pelas pesquisadoras da Fundacentro no Facebook, com o grupo no terceiro e no quinto encontro presencial.

Quadro 12 - Atividades III e IV – Ciclo II – Terceiro encontro

Atividade	Descrição
III - Apresentação de 22 minutos iniciais do Vídeo <i>Nano            Alerta I</i>	<p>- Este é um vídeo da Rede Renanossoma dedicado ao público não especialista. No trecho escolhido, Arline Arcuri, pesquisadora da Fundacentro, é apresentada. Ela relata como se deu sua aproximação com o tema nanotecnologia e suas atividades na Fundacentro, na Rede Renanossoma e como representante brasileira na Organização Mundial da Saúde.</p> <p>- Segundo essa pesquisadora, os impactos da nanotecnologia na sociedade, no que tange à saúde e ao meio ambiente podem ser muito grandes; e as dúvidas que os pesquisadores brasileiros têm nesse sentido são as mesmas dúvidas apresentadas no cenário internacional. Isso porque os guias da Organização Mundial da Saúde são baseados em evidências científicas, e essas ainda não existem no caso da nanotecnologia. A dúvida, a incerteza, está presente internacionalmente. Arline Arcuri pontua que grande parte dos investimentos em nanotecnologia tem sido usado para o desenvolvimento de processos e produtos. Apenas 1 ou 2%, a citar como exemplo os EUA, tem sido investido no estudo dos impactos. Além disso, os poucos estudos existentes ainda são contraditórios. Isso em virtude das próprias nanopartículas que, por estarem na escala atômica, são extremamente reativas e mudam drasticamente de comportamento com pequenas alterações na sua estrutura.</p> <p>- Segundo a pesquisadora, esse é um problema grave quando são feitos estudos toxicológicos e, em decorrência dessa alteração de comportamento, antes de realizar o estudo toxicológico, é preciso <b>caracterizar</b> muito bem a nanopartícula envolvida. Por exemplo, existem quase 15 mil tipos de nanotubos de carbono, e isso dificulta muito a criação de protocolos de pesquisas. Enfatiza que pouco é investido no estudo dos impactos, e aqueles que existem ainda são contraditórios por conta da variação de comportamento das nanopartículas com pequeníssimas variações nas condições de contorno.</p>
IV- Apresentação de 10 minutos do Vídeo <i>Nano Alerta 2</i> (a partir de 2min20seg do início da apresentação)	<p>Nesse vídeo, pesquisadores, incluindo Arline Arcuri, comentam propriedades das nanopartículas e como essas propriedades estão relacionadas a eventuais impactos que a nanotecnologia pode causar no meio ambiente e na saúde. É problematizado o fato de as nanopartículas não terem barreiras no organismo humano e poderem, inclusive, chegar ao cérebro por inalação, e também a alta reatividade das nanopartículas que traz grandes dificuldades de estudo e previsão de como elas reagirão em contato com o meio ambiente.</p>

Fonte: Elaborado pela autora.

Após a realização das atividades descritas nos Quadros 11 e 12, os participantes discutiram aspectos relacionados às propriedades e aos

impactos da nanotecnologia. Além dos vídeos apresentados, postagens realizadas pelos participantes no *blog* e no Facebook subsidiaram a discussão. Novamente, durante essa discussão, todos os participantes estavam com acesso à Internet por meio de *notebooks* e, em especial, houve um comentário significativo acerca de informações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA):

*“[...] eu achei num artigo da Anvisa que tem um esquema aqui, acho que é em inglês, que é doenças associadas à exposição de nanopartículas. Aí tem o corpo humano e tem cérebro, daí, parkinson, alzheimer; nos pulmões asma, bronquite, câncer. Daí tem as parte da pele, gastrointestinal, aí tem várias doenças que são possíveis. Depois vou fazer uma postagem sobre isso. Tá na página 18. E depois ele fala do tamanho das nanopartículas e fala quanto menor ela for mais fácil de entrar na célula e causar doenças.” (P11-TG)*

Outro aspecto que emergiu da discussão foi o incômodo dos participantes com o sigilo das informações ou do conhecimento científico sobre nanotecnologia:

*“Mas como é feito o negócio? [...] porque assim, a gente tem na Internet, ah beleza o material faz isso e isso, mas como é feito o material?” (P01-TG)*

*“É uma coisa assim que eu reparei pelo menos na minha área não sei nada de Alimentos, mas é que não tem informação, não é compartilhada. Assim na área da civil que eu queria, estou querendo fazer ali no concreto, que eu estou fazendo os testes, eu pesquisei na Sciello, pesquisei em inglês para achar alguma coisa, e não acha [...]. Parece que todo mundo pesquisa um pouco e guarda pra si”. (P05-TG)*

*“Mas isso é chato, é horrível, cara. Você tem o produto, mas tá, o produto pode estar à venda ou não, eles não abrem pra todo mundo ver. O interesse é vender. Eles deveriam mostrar o produto, divulgar, é feito assim, assim, o que tem. Ele faz isso para dar aquilo, entendeu? Tipo a embalagem inteligente. O que é que faz indicar se*

*o alimento tá bom ou não? Eles não mostram.”*  
(P01-TG)

As falas de P01 e P05 exemplificam, também, o interesse latente dos alunos de engenharia pelo conhecimento dos processos que envolvem o desenvolvimento de uma tecnologia. A dificuldade de conseguir esse tipo de informação, para o caso da nanotecnologia, era algo que os incomodava.

Comentários também surgiram em função de as pesquisas serem financiadas por grandes empresas privadas e sobre as implicações desse tipo de financiamento:

*“Eles têm o conhecimento, eles têm o produto, eles têm tudo. Eles fazem. Eles têm e não deixam ninguém chegar perto. Eles têm o domínio. Então eles não vão abrir. É por isso que a gente não tem acesso. Não querem compartilhar esta informação.”* (P06-TG)

Em especial, a partir desse tipo de comentário, a professora/pesquisadora fez uma pequena intervenção:

*“Mas quando engenheiros formados, se vocês vão estar dentro das empresas, vocês terão acesso às informações. E vocês vão ter como buscar este acesso. E aí vem um dos objetivos do Ciclo de Debates, no sentido de que perguntas devem ser feitas sobre a nanotecnologia ou sobre uma tecnologia em desenvolvimento.”*  
(professora/pesquisadora-TG)

Finalizou-se o terceiro encontro deixando como demanda a organização dos participantes para efetuarem as pesquisas para a socialização e discussão das aplicações de nanotecnologia elencadas pelos grupos. A socialização ficou agendada para o quarto encontro presencial.

#### **6.2.4 O quarto encontro – Ciclo II**

O quarto encontro presencial foi dedicado exclusivamente à socialização das aplicações elencadas pelos grupos para aprofundamento

e para discussão sobre elas. Os temas dessas aplicações estão listados no Quadro 13.

Quadro 13 - Lista de aplicações de nanotecnologia – Ciclo II

<b>Aplicações de nanotecnologia</b>	<b>Cursos envolvidos na pesquisa</b>
- <b>Produtos na área de alimentos que contenham nanotecnologia:</b> (i) embalagens inteligentes (indicadoras de validade); (ii) embalagens comestíveis (que retardam a decomposição); e (iii) tintas termocrômicas (indicadoras de temperatura)	Engenharia de Alimentos
- <b>Iluminação led</b>	Engenharia Elétrica
- <b>Tinta reflexiva</b>	Arquitetura
- <b>Vidro líquido</b>	Engenharia Civil
- <b>Casa anfíbia:</b> uso de poliestireno expandido (nanocompósito) para flutuação de uma casa em caso de cheias.	Engenharia Mecânica e de Produção
- <b>Nanorrobôs na área da medicina</b>	Engenharia de Produção
- <b>Painéis solares e produção de células solares</b>	Engenharia Química e Elétrica

Fonte: Organizado pela autora.

De forma geral, em todas as socializações listadas no Quadro 13, foram explicitados os surpreendentes benefícios constatados pelas aplicações da nanotecnologia já existentes; as perspectivas positivas dos estudos que estão sendo realizados; e a compreensão da potencialidade do aumento da área superficial de contato mantendo a mesma quantidade de volume por vezes foi manifestada.

Os participantes também abordaram aspectos no que tange aos impactos negativos das aplicações elencadas, fosse sinalizando que nada encontraram nesse sentido ou tecendo problematizações a partir dos resultados de suas pesquisas:

*“Agora é, deixa eu falar alguma coisa geral da nano [...] um dos grandes problemas que poderá ser gerado pela nanotecnologia geral é a nanopoluição. Porque se muito produto estiver no mercado isso pode gerar problema futuramente com muitos anos pra frente. Então o problema pode ser gerado por nanomateriais ou durante a confecção desses, este tipo de poluição composta por nanopartículas pode ser mais*

*perigosa que a poluição existente no planeta, uma vez que pode flutuar facilmente pelo ar viajando por grandes distâncias.” (P01-TG)*

*“Aí a gente fica se perguntando se realmente vai ser viável a gente ter isso no mercado.” (P11-TG)*

*“Um alerta dos nanocompósitos é basicamente aqueles alertas que a gente já ouviu e não se encaixa só no nosso trabalho e sim em outros também, que pode trazer riscos ambientais e de saúde. [...] tudo está sendo estudado ainda e a gente não sabe o que vai acontecer, enfim, então “podem” trazer riscos ambientais e a saúde. [...] poucas instituições estão estudando isso. Aí eu peguei, isso daqui foi pego de um de uma espécie, de um trabalho acadêmico, né, eu não lembro o nome da pessoa que falou, esqueci de botar o nome da pessoa. Mas que a nanotecnologia, ela será o próximo campo de batalha entre a indústria e a opinião pública, então isso vai se tornar meio que, como eu posso dizer. Vai ter pessoas a favor e pessoas contra, como sempre tem, mas esse pode ser o próximo grande debate da população, da humanidade em geral. Porque isso é uma coisa que está vindo muito rápido e isso é uma coisa que se der muito certo vai ser inserida no mercado e na vida das pessoas muito rápido, então isso pode ser a grande batalha do futuro em relação à opinião.” (P14-TG)*

Comentário como os de P01 e P14 só não aconteceram na socialização dos nanorrobôs. Nesse caso, os demais participantes questionaram os responsáveis pela discussão sobre esse tema – se eles não mostrariam algo negativo da utilização dos nanorrobôs –, pois tudo parecia muito perfeito. Os responsáveis pela temática explicaram e enfatizaram que o foco da socialização realizada por eles era trazer os benefícios sinalizados pela utilização de nanorrobôs na medicina. Contudo, cabe ressaltar que esse foi o tema que gerou problematizações significativas dos participantes, principalmente no que se refere a questões éticas.

Nesse encontro, a professora/pesquisadora fez poucas intervenções. A ideia era deixar os participantes externarem aquilo que lhes interessou sobre a nanotecnologia e verificar, à medida do possível, como eles se apropriaram, ou não, das problematizações realizadas, bem

como dos conceitos e propriedades da nanotecnologia discutidos até então. A partir da análise das socializações e discussões realizadas nesse encontro, construiu-se parte da avaliação do ciclo de debates, realizada de forma presencial e *on-line*, e que se constituiu em mais uma oportunidade para tecer problematizações. Algo que merece destaque da análise realizada desse encontro é a apropriação que os participantes têm feito dos conhecimentos sobre nanotecnologia que circulam na Web, por vezes sem tecer questionamentos sobre esses conhecimentos ou ainda guiados exclusivamente pelo interesse pelos benefícios da aplicação dessa tecnologia.

Das aplicações listadas no Quadro 13, apenas a do vidro líquido teve que ser deixada para o quinto encontro por falta de tempo. Em média, cada socialização/discussão teve, aproximadamente, 40 minutos de duração. A professora/pesquisadora sugeriu ao grupo que, ao longo da semana, a discussão sobre as socializações continuasse de alguma forma, ou no *blog* ou no Facebook. Foi acordado entre os participantes que, para cada aplicação socializada e discutida, seria realizada uma postagem no *blog*, com uma síntese para que as discussões pudessem continuar para além do tempo presencial. A opção de essa possibilidade acontecer no *blog* e não no Facebook foi uma decisão dos participantes.

As postagens foram realizadas. Avisos foram postados no Facebook pelos participantes sinalizando quando as postagens haviam sido realizadas no *blog*, mas as discussões não tiveram continuidade. Nem no *blog* nem no Facebook. É difícil inferir por que a discussão não continuou nos espaços sociais virtuais, mas alguns aspectos foram manifestados ao longo do ciclo de debates: outras demandas de estudo relacionadas às disciplinas dos cursos de engenharia; cada participante estava muito focado na aplicação de sua área de interesse; durante a decisão de levar a continuidade da discussão para os espaços virtuais, por vezes foi colocado pelos participantes que falar era muito melhor do que escrever. Além desses aspectos, a experiência de lecionar há quase 15 anos nos cursos de engenharia leva a considerar o perfil objetivo dos estudantes desses cursos que não corrobora a continuidade dos debates, ainda mais na forma escrita.

### **6.2.5 O quinto encontro – Ciclo II**

Realizaram-se quatro atividades no quinto encontro: (i) finalização das socializações das aplicações de nanotecnologia com o exemplo do vidro líquido; (ii) socialização de informações obtidas na Fundacentro acerca de quando começa a preocupação com a toxicidade

de nanopartículas; (iii) discussão de onde é possível encontrar informações sobre nanotecnologia; e (iv) início da avaliação do ciclo de debates, que seria finalizada no tempo não presencial.

A **atividade I** foi a socialização da aplicação do vidro líquido, pendente do encontro anterior, com foco na utilização desse produto em automóveis. A socialização teve, aproximadamente, a duração de 15 minutos e não provocou discussão alguma ou questionamentos.

Na **atividade II** do quinto encontro, foram socializados, pela professora/pesquisadora, alguns *slides* da Fundacentro que sinalizam quando e onde a preocupação com a toxicidade das nanopartículas começa a ser discutida. Dois dos *slides* postados na página do *blog*, onde foi organizado o quinto encontro, encontram-se expostos nas figuras 10a e 10b.

Figura 10a - Objetivo Fórum Intergovernamental sobre Segurança Química – Dakar, set. 2008

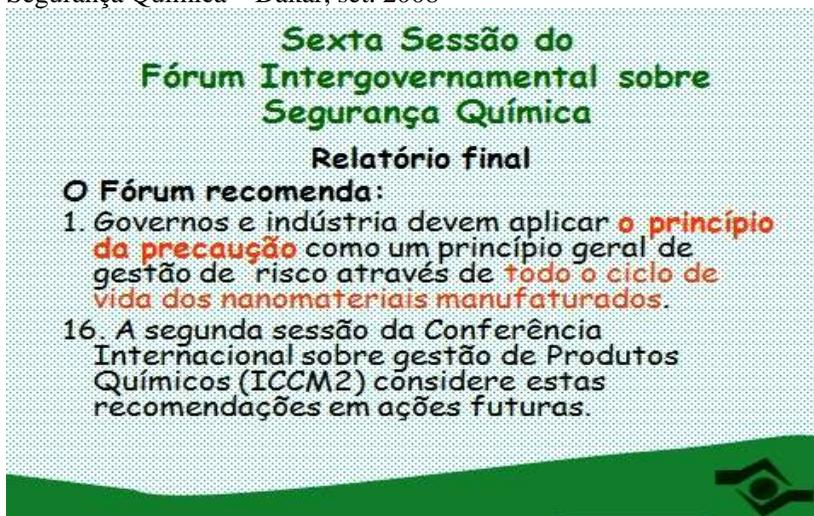
**Sexta Sessão do  
Fórum Intergovernamental sobre  
Segurança Química**

**Objetivo** ⇒ intercambiar informação para ajudar a elevar o nível de consciência dos participantes sobre as novas oportunidades potenciais, os novos desafios e os novos riscos esperados pela nanotecnologia.

Como resultado do crescimento pujante e rápido da nanotecnologia, é importante que **todos os atores** interessados (governos, organizações internacionais, regionais e nacionais, grupos industriais, associações de interesse público, organizações sindicais, associações científicas e a sociedade civil) entrem em discussões a fim de identificar e abordar questões relativas às políticas. Entre elas, podem **incluir-se temas** relacionados com a **saúde, a segurança, a moral, a ética, a sociedade, o direito e a utilidade social.**

Fonte: Curso ministrado na Fundacentro.

Figura 10b - Recomendações do Fórum Intergovernamental sobre Segurança Química – Dakar, set. 2008



**Sexta Sessão do  
Fórum Intergovernamental sobre  
Segurança Química**

**Relatório final**

**O Fórum recomenda:**

1. Governos e indústria devem aplicar **o princípio da precaução** como um princípio geral de gestão de risco através de **todo o ciclo de vida dos nanomateriais manufaturados**.
16. A segunda sessão da Conferência Internacional sobre gestão de Produtos Químicos (ICCM2) considere estas recomendações em ações futuras.

Fonte: Curso ministrado na Fundacentro.

Fez-se uso dos *slides* apresentados nas figuras 10a e 10b no sentido de enfatizar o que já havia sido sinalizado ao longo do ciclo de debates, ou seja, como é recente a preocupação com os impactos das nanopartículas frente à quantidade de produtos que já existem no mercado. Também se retomou, nesse momento, a carência de uma regulamentação adequada para esses produtos. Além disso, ao socializar o objetivo da Sexta Sessão do Fórum Intergovernamental sobre Segurança Química, apresentado na Figura 10a, externou-se ao grupo o sentimento de que promover o *Ciclo de debates sobre tecnologias emergentes – o caso da nanotecnologia* era uma “nano” contribuição para a consolidação desse objetivo na sociedade.

Usaram-se as figuras 11a e 11b para ressaltar a recente criação do Comitê Interno de Nanotecnologia na ANVISA, em 2013, e como está a situação no Brasil no que se refere à nanotecnologia.

Figura 11a - ANVISA e nanotecnologia (2013)

**Comitê Interno de  
Nanotecnologia da ANVISA**

No Diário oficial de 19 de julho de 2013  
foi publicada a criação do Comitê  
Interno de Nanotecnologia da  
ANVISA aprovado pela Portaria nº.  
993/ANVISA, de 10 de junho de  
2013.



Fonte: Curso ministrado na Fundacentro.

Figura 11b - Aplicação de nanotecnologia no Brasil

**Nanotecnologia no Brasil**

Segundo dados do MCT (2010), há no Brasil cerca de 150 empresas desenvolvendo algum produto ou prestando serviços a partir de conhecimentos em nanotecnologia.

**Essas empresas situam-se nos três elos da cadeia de valor no campo da nanotecnologia :**

- empresas especializadas em produção de nanomateriais, como materiais compósitos e nanopartículas
- empresas focadas na fabricação de produtos intermediários, incluindo revestimentos e tecidos,
- empresas no qual o destino final é o consumidor final, como cosméticos e roupas, entre outros segmentos.

As principais áreas de aplicação da nanotecnologia no Brasil são os produtos farmacêuticos e cosméticos

<http://www.abnll.com.br/Estudios/Exposicao%20de%20Nanotecnologia.pdf>  
<http://www.firdan.org.br/main.fcgi?numCp=ansel&id=2C933CEC7D4D2530012F5D6DBE9E0E4>

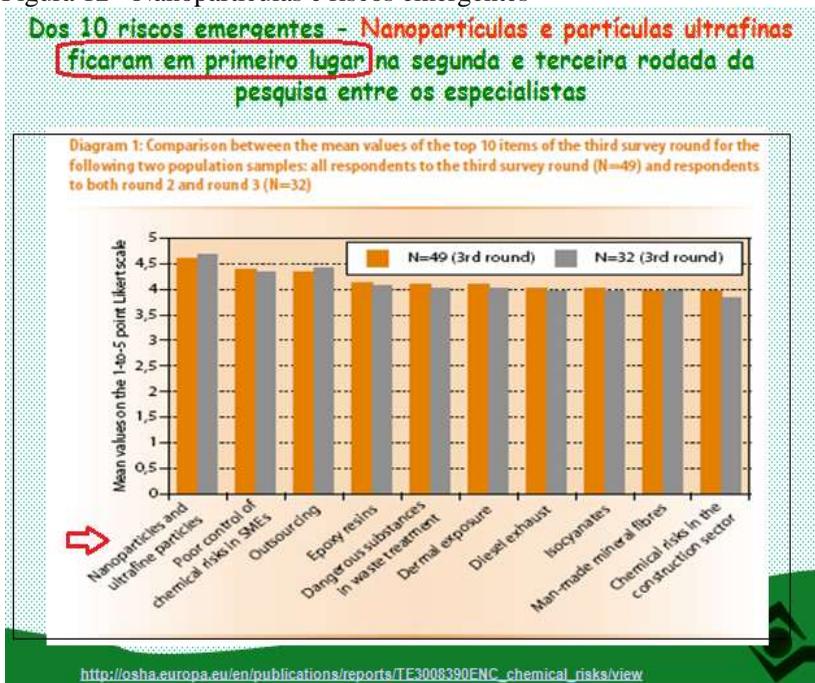


Fonte: Curso ministrado na Fundacentro.

A discussão sobre as postagens das figuras 11a e 11b enfatizaram, de um lado, os nichos das empresas brasileiras no que se refere à nanotecnologia, aspecto de interesse dos participantes do ciclo de debates. De outro lado, ressaltaram o quão recente é o envolvimento da ANVISA quanto aos produtos com nanotecnologia. Cabe pontuar que as sinalizações da ANVISA quanto aos riscos das nanopartículas para a saúde humana foram trazidas por um dos participantes do ciclo de debates (ver comentário de **P11** no item 6.2.3).

Usou-se a Figura 12 para enfatizar a questão das nanopartículas e dos riscos emergentes.

Figura 12 - Nanopartículas e riscos emergentes



Fonte: Curso ministrado na Fundacentro.

Os dados da Figura 12 são de 2009 e advêm de estudos de peritos da Agência Europeia sobre riscos químicos emergentes relacionados com a segurança e saúde no trabalho. Ao final da socialização dos *slides*, os participantes perguntaram se todos eles eram da Fundacentro.

Na sequência da apresentação dos *slides* da Fundacentro, realizou-se a **atividade III** do quinto encontro, ou seja, uma discussão

na tentativa de relacionar algumas fontes de pesquisa sobre nanotecnologia que foram usadas durante o ciclo de debates, tanto para aspectos positivos quanto para negativos. Emergiram dessa discussão a ABDI como fonte de consulta para inovação tecnológica na área industrial; a ANVISA; os diversos sítios da Web socializados durante o ciclo de debates sobre aplicações de nanotecnologia e artigos científicos; e a Rede Renanossoma, juntamente com a Fundacentro<sup>43</sup>. Essa atividade teve a intenção de enfatizar e retomar com os participantes que estudos sobre riscos da nanotecnologia trazem informações relevantes de diversas ordens sobre o tema (exemplos figuras 10a, 10b, 11a, 11b e 12). Nesse sentido, o material do curso da Fundacentro sobre nanotecnologia foi reconhecido pelos participantes como muito importante e rico.

A **atividade IV** realizada no quinto encontro foi a primeira parte da avaliação do ciclo de debates. Nessa atividade, o questionário C do Anexo VIII foi respondido pelos participantes e cada uma das suas questões foi discutida nesse último encontro presencial. Cabe pontuar que o questionário de avaliação final do ciclo de debates (Anexo VIII) compõe os instrumentos da pesquisa empírica e que também foi usado como instrumento pedagógico para provocar reflexões sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade a partir da temática da nanotecnologia. Realizou-se a segunda parte da avaliação do ciclo de debates no *blog* nas últimas quatro horas não presenciais.

No próximo capítulo, detalha-se a pesquisa empírica realizada a partir dos dados obtidos pelo desenvolvimento do *Ciclo de debates sobre tecnologias emergentes – o caso da nanotecnologia*, a qual teve como categorias de análise *o diálogo tradutor com apoio dos espaços sociais da Web 2.0*; e *a consciência crítica da relação entre ciência, tecnologia e sociedade*. Contudo, cabe ressaltar que, quanto ao apoio dos espaços sociais da Web 2.0 junto à intervenção pedagógica do Ciclo II, sinalizaram-se alguns aspectos na descrição realizada no presente capítulo, como, por exemplo, a possibilidade de trazer para o grupo pesquisadoras da temática nanotecnologia e como o material postado pelos participantes no *blog* e no Facebook contribuíram para as discussões.

---

<sup>43</sup> A Fundacentro disponibiliza, em seu *site*, um material voltado a levar informações sobre nanotecnologia para os trabalhadores na forma de histórias em quadrinhos.



## CAPÍTULO VII - A PESQUISA A PARTIR DO CICLO II DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

Neste capítulo, detalha-se a pesquisa empírica realizada a partir do Ciclo II da intervenção pedagógica. Juntamente com a pesquisa preliminar detalhada no capítulo V, este capítulo visa ao último objetivo específico desta tese, ou seja: *analisar a prática pedagógica na perspectiva de sinalizar contribuições para promover uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, em cursos de engenharia, com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0.*

Participaram da pesquisa os treze integrantes do *Ciclo de debates sobre tecnologias emergentes – o caso da nanotecnologia*, dos quais, como já pontuado, seis haviam participado do Ciclo I. O Quadro 14 apresenta o perfil desses sujeitos de pesquisa, sendo possível observar que apenas dois dos participantes não tinham acesso à Internet pelo celular, apenas um tinha acesso por *tablet* e todos tinham acesso à Internet pelo computador. Cabe ressaltar que uma das condições para inscrição no Ciclo II da intervenção pedagógica era ter acesso fácil à Internet.

Nos comentários apresentados no Quadro 14, é possível verificar que os sujeitos manifestaram seu interesse na atividade se referindo diretamente à nanotecnologia ou a inovações tecnológicas. Apenas dois participantes colocaram que o seu interesse também se dava pela certificação para ser validada no âmbito das AACCs.

Os dados construídos e analisados se constituem 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 do Ciclo II da intervenção pedagógica; e das respostas dos participantes ao questionário C – de avaliação do ciclo de debates – apresentado no ANEXO VIII. Devido às várias fontes dos comentários dos sujeitos da pesquisa, aqueles utilizados na análise apresentada neste capítulo serão seguidos da seguinte codificação: CB (Comentário no *Blog*); CF (Comentário no Facebook); TG (Transcrição de Gravação); e RQ (Resposta ao Questionário)<sup>44</sup>.

---

<sup>44</sup> Novamente destaca-se que os dados seguidos de CB, CF, e TG explicitam *ipsis litteris* o que estava escrito nos comentários do *blog* e do Facebook, bem como a transcrição da gravação e as respostas ao questionário.

Quadro 14 - Perfil dos sujeitos da pesquisa – Ciclo II

<b>Idade</b>	<b>Curso</b>	<b>Acesso à Internet</b>	<b>Motivo da participação na atividade – comentários realizados no blog.</b>
21 anos	Eng. Mecânica	Celular e computador	“Adquirir conhecimento em nanotecnologia, sendo que uma realidade hoje no nosso cotidiano e que cada vez será mais frequente”.
18 anos	Eng. Mecânica	Celular e computador	“Conhecer áreas novas e ampliar o conhecimento, com o interesse de incluir, puxar a pesquisa um pouco para a minha área”.
17 anos	Eng. Mecânica	celular, <i>tablet</i> e computador	“Como futura engenheira, tenho interesse pelo desenvolvimento de novas tecnologias e suas aplicação na minha área de estudo”.
19 anos	Eng. Alimentos	Celular e computador	“conhecimento na área do curso, e horas de AACCS”
18 anos	Eng. Alimentos	Celular e computador	“Como ainda estou no começo do curso, é interessante se envolver cada vez mais nos assuntos desta área”.
18 anos	Eng. Alimentos	Celular e computador	“Aprimorar meus conhecimentos sobre a nanotecnologia através da área de alimentos”.
21 anos	Eng. Produção	Celular e computador	“AACCS, além de a nanotecnologia foi um dos motivos para eu ter escolhido uma área da engenharia como faculdade”.
25 anos	Eng. de Produção	Celular, <i>tablet</i> , videogame, computador e TV	“Eu me inscrevi no ciclo de palestras sobre nanotecnologia por que eu AMO tecnologia e quero me aprofundar muito mais nesse assunto”.
44 anos	Arquitetura	Celular e computador	“workshop para a área do CCT, com aplicação para a arquitetura”
21 anos	Eng. Elétrica	Computador	“Expandir meu conhecimento na matéria e possivelmente ajudar a professora no seu objetivo”.
20 anos	Eng. Elétrica	Computador	“Possuir um entendimento e conhecimento maior sobre a área que penso ser uma das mais importantes para o futuro”.
18 anos	Eng. Química	Celular e computador	“O tema atrai a minha atenção pelas diversas possibilidades que ela traz a vida de um engenheiro. Como engenheiro químico, enxergamos em escala minúscula, pois trabalho com o nível atômico/molecular o que torna o assunto ainda mais interessante”.
24 anos	Eng. Civil	Celular e computador	“Compartilhar e receber mais informações sobre nanotecnologia, para poder aplicar na minha área de trabalho/estudo”.

Fonte: Organizado pela autora.

Ainda com referência ao perfil dos sujeitos da pesquisa, seis eram do sexo feminino e sete do sexo masculino. Encontram-se identificados, assim como no capítulo VI, por códigos alfa numéricos de P01 a P13.

Elencaram-se as categorias (i) *diálogo tradutor com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0*; e (ii) *consciência crítica acerca da relação entre ciência, tecnologia e sociedade* para nortear a organização e a análise dos dados. Nos itens 7.1 e 7.2, apresentam-se as definições dessas categorias, seguidas pela análise dos dados construídos.

## 7.1 DIÁLOGO TRADUTOR COM APOIO DOS ESPAÇOS SOCIAIS DA WEB 2.0

Conforme já discutido nesta tese, o diálogo tradutor é compreendido como o diálogo entre o conhecimento do aluno e o conhecimento do professor, com vistas a rupturas para melhor compreensão de um tema (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNANBUCO, 2011). De acordo com as postulações de Freire e de Delizoicov apresentadas no capítulo II, as rupturas dizem respeito à consciência primeira dos estudantes, aos conhecimentos que os guiam na interpretação de um tema. A dialogicidade tradutora pode promover a transformação dessa interpretação, de forma a favorecer, por meio de problematizações de situações significativas, rupturas na consciência primeira, com vistas a uma consciência crítica ancorada por conhecimentos sistematizados (científicos) sobre o tema e, no contexto desta tese, a uma melhor compreensão das complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

A categoria de análise *diálogo tradutor com apoio dos espaços sociais da Web 2.0* é subsidiada pela compreensão explicitada no parágrafo anterior e pela inferência realizada com base na teoria apresentada e discutida nos capítulos II e III que, juntamente com a pesquisa preliminar apresentada no capítulo V, permitiram aferir que, para o diálogo tradutor acontecer nos espaços sociais da Web 2.0, os participantes precisam **colaborar/confiar**. Conforme apresentado no Quadro 6 do capítulo V, isso significa compartilhar, nos espaços sociais da Web 2.0, dúvidas, conhecimentos e pontos de vista sobre a temática ou tema em questão.

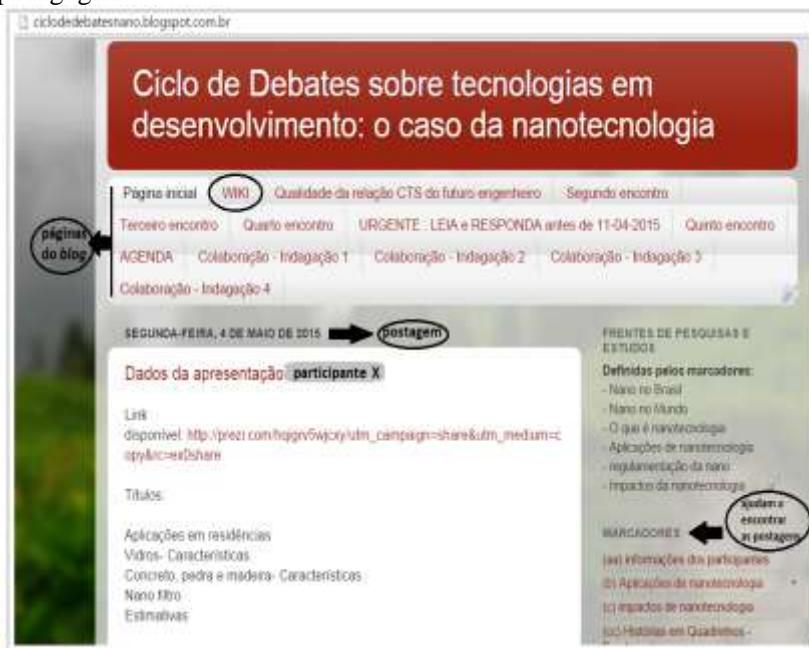
Diante do exposto, a organização e a análise dos dados referentes à categoria *diálogo tradutor com apoio dos espaços sociais da Web 2.0* procuram responder aos seguintes questionamentos: Os participantes compartilharam suas dúvidas, seus conhecimentos, seus pontos de vista

sobre a temática em questão nos espaços sociais da Web 2.0? Se compartilharam, como o fizeram? Quais situações desencadearam esses compartilhamentos? Quais foram as ações do professor? Houve resistências? Houve diferença entre o uso do *blog* e o do Facebook?

### 7.1.1 Diálogo tradutor por meio de postagens?

As publicações em um *blog* podem ser realizadas por meio de “páginas” ou por meio de “postagens”. Como descrito no capítulo anterior, no Ciclo II da intervenção pedagógica, as páginas do *blog* foram utilizadas apenas pela professora/pesquisadora. Elas podem ser fixadas na primeira página do *blog* e, dessa forma, terem visualização mais imediata do que as “postagens” (ver Figura 13). As “postagens”, por sua vez, aparecem na primeira página do *blog*, uma após outra, em sequência vertical, seguem a ordem cronológica de publicação e podem ser organizadas por marcadores.

Figura 13 - Página inicial do *blog* usado no Ciclo II da intervenção pedagógica



Fonte: Organizada pela autora.

A “página” designada de WIKI, destacada na Figura 13, como já mencionado no capítulo VI, foi usada no primeiro encontro presencial do ciclo de debates para que os participantes exercitassem os recursos disponíveis desse espaço em uma produção textual coletiva, mas os participantes acabaram optando apenas pelas “postagens”.

Em um grupo fechado na rede social do Facebook, todas as publicações são rotuladas como “postagens”, aparecem na página principal e seguem, assim como no *blog*, a ordem cronológica de publicação. Não é possível organizar as postagens. Contudo, uma particularidade de um grupo fechado no Facebook é que, quando uma postagem antiga é comentada, ela “sobe”, ou seja, retoma o topo das publicações de acordo com a data do último comentário. Esse recurso é interessante quando se quer destacar e/ou retomar a discussão sobre uma publicação mais antiga.

Do total das **postagens** realizadas no *blog* usado no Ciclo II da intervenção pedagógica, excluindo aquelas provenientes das atividades iniciais de aprendizagem de utilização dos recursos desse espaço, trinta e seis (49,4%) foram realizadas pelos participantes; já no grupo fechado do Facebook, os participantes realizaram trinta e sete postagens (33,6%).

No Quadro 15, apresenta-se uma síntese das postagens realizadas pelos participantes e pela professora/pesquisadora no *blog* e no grupo do Facebook sobre a nanotecnologia, juntamente com a quantidade de postagens de cada temática. Os percentuais das quantidades das postagens em cada temática expressam nitidamente o interesse dos participantes pelas **aplicações da nanotecnologia**; e a lista das temáticas expressa o tipo de conhecimento e interesses socializados pelos participantes e pela professora/pesquisadora.

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, além de algumas postagens montadas pela professora/pesquisadora com base nos *slides* da Fundacentro. 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; a professora/pesquisadora procurou não inibir esse tipo de prática, mas cobrou do grupo, sistematicamente, a fonte das informações.

Quadro 15 - Temáticas das postagens realizadas nos espaços sociais da Web 2.0 sobre a nanotecnologia – CICLO II da intervenção pedagógica

	<b>Participantes</b> <i>(Percentuais relacionados ao total de postagens sobre nanotecnologia)</i>	<b>Professora</b> <i>(Percentuais relacionados ao total de postagens sobre nanotecnologia)</i>
<b>No blog</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>75% (27) aplicações</b></li> <li>• 11,1% (04) o que é nanotecnologia, propriedades e aspectos históricos.</li> <li>• 2,8% (01) regulamentação de produtos com nanotecnologia</li> <li>• <b>11,1% (04) riscos das nanopartículas e impactos negativos da nanotecnologia</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 14,3% (02) aplicações</li> <li>• 21,4% (03) o que é nanotecnologia, propriedades e aspectos históricos</li> <li>• 7,2 % (01) possibilidades de pesquisa no Brasil</li> <li>• <b>21,4% (03) regulamentação de produtos com nanotecnologia</b></li> <li>• <b>35,7% (05) riscos das nanopartículas e impactos negativos da nanotecnologia</b></li> </ul>
<b>No grupo fechado do Facebook</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>81,1% (31) aplicações</b></li> <li>• 2,7% (01) regulamentação</li> <li>• 5,4% (02) o que é nanotecnologia, propriedades e aspectos históricos</li> <li>• 5,4% (02) panorâmica das pesquisas em nanotecnologia no Brasil e no mundo</li> <li>• <b>5,4% (02) riscos das nanopartículas e impactos negativos da nanotecnologia</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 % (18) aplicações</li> <li>• 2,5% (01) Fontes de nanopartículas (engenheiradas e naturais)</li> <li>• 2,5% (01) pesquisa em Nanotecnologia no Brasil</li> <li>• <b>2,5 % (01) regulamentação de produtos com nanotecnologia</b></li> <li>• <b>7,5% (03) propriedades das nanopartículas –aspectos positivos e negativos</b></li> <li>• <b>22,5% (09) riscos das nanopartículas e impactos negativos da nanotecnologia</b></li> <li>• 2,5% (01) a importância do ciclo de vida dos produtos com nanopartículas</li> <li>• 10% (04) divulgação e material de evento sobre nanotecnologia (caracterização de nanopartículas) realizado no mesmo período da intervenção pedagógica</li> <li>• 2,5% (01) divulgação de programa na rádio CBN sobre nanotecnologia (palestrantes: representante da ABDI e professor de física da USP), no momento da transmissão.</li> <li>• 2,5% (01) símbolos propostos pela área de segurança química para serem usados em produtos com nanotecnologia</li> </ul>

Fonte: Organizado pela autora.

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/pesquisadora no *blog* e no Facebook, sobretudo no que tange aos impactos negativos da nanotecnologia.

A síntese apresentada no Quadro 15 permite observar que, de um lado, a professora/pesquisadora apoiava o interesse dos participantes ao também realizar postagens sobre aplicações e possibilidades de pesquisa em nano no Brasil. De outro lado, por meio de postagens sobre potenciais impactos negativos da nanotecnologia e riscos das nanopartículas que incluíam também questões éticas e exemplos de situações reais, a professora/pesquisadora buscou promover uma visão mais crítica e ampliada da relação *nanotecnologia e sociedade*. Por exemplo, (i) a postagem sobre o programa da rádio CBN socializava uma transmissão em tempo real na qual a diretora da ABDI explicava ao público em geral as possibilidades de inovação da nanotecnologia; (ii) a postagem sobre o evento de caracterização de nanopartículas – evento que aconteceu durante o período do ciclo de debates – era um exemplo vivo de um processo problematizado pela pesquisadora Arline Arcuri (ver descrição da atividade III no Quadro 13 – capítulo VI); e (iii) a postagem sobre símbolos a serem usados em produtos com nanotecnologia era uma forma de mostrar que existem forças na sociedade que defendem que esses produtos devem ter alguma identificação para que o consumidor tenha direito de escolha, a exemplo dos alimentos transgênicos, cujo símbolo de identificação foi recentemente retirado dos produtos que estão no mercado nacional. Em suma, a professora/pesquisadora recorreu a um conjunto de postagens para mostrar aos participantes exemplos de forças sociais que influenciam a apropriação e o desenvolvimento de uma tecnologia, igualmente para incitar a percepção da necessidade de uma visão crítica de uma tecnologia emergente, para que todos possam, de alguma forma, escolher o seu caminho de desenvolvimento e apropriação na sociedade.

Cabe ressaltar que as postagens sobre **impactos negativos da nanotecnologia e riscos das nanopartículas**, realizadas tanto pelos participantes quanto pela professora/pesquisadora, tiveram início no *blog* e no Facebook, conforme descrito no capítulo VI, após o segundo

encontro presencial do ciclo de debates sobre nanotecnologia, ou seja, após as primeiras problematizações. Nesse ínterim, surgiu a pergunta: Os participantes ao menos visualizaram as postagens realizadas no *blog* e no Facebook? Como essas postagens impactaram os participantes ou essas postagens desencadearam algum tipo de reflexão?

No caso do Facebook, os recursos dessa rede social indicam que todas as postagens sobre nanotecnologia foram visualizadas pelos participantes e que, contudo, poucos foram os comentários e as “curtidas”. Para exemplificar, na Figura 14, apresenta-se uma das três postagens realizadas pela professora/pesquisadora no Facebook sobre **propriedades das nanopartículas** e que foram comentadas por uma das pesquisadoras da Fundacentro.

Figura 14 - Postagem realizada pela professora/pesquisadora – propriedades das nanopartículas – Ciclo II da intervenção pedagógica

professora

30 de março - Editado

**NANOTECNOLOGIA - Área Superficial - REATIVIDADE**

"A **ÁREA SUPERFICIAL** é importante porque muitas reações químicas envolvendo sólidos acontecem na superfície, onde as ligações químicas são incompletas. Isto provoca um grande aumento da energia superficial e, em consequência, da **REATIVIDADE** das partículas, o que por exemplo, provoca um aumento na atividade catalítica de alguns materiais" (Arline, 2014).  
obs.: figuras retiradas do material da Fundacentro - Curso abril /2014

Se diminui o diâmetro da partícula, aumenta o número de partículas e portanto aumenta a área superficial.

Diâmetro da partícula	Número de partículas por (N/cm <sup>2</sup> )	Área superficial das partículas (µm <sup>2</sup> )
5	153.000.000	12.000
20	2.400.000	3.016
250	1.200	240
5000	0,15	12

Exemplo simples de aumento da área de superfície por redução do tamanho da partícula e aumento da REATIVIDADE.

Curtir Comentar Visualizado por todos participante X curtii isso.

Comments

↑ apenas um participante curtii

professora Fica a pergunta que não quer calar. O Aumento da REATIVIDADE tem só o lado positivo ?

30 de março às 16:11 Curtir ⇒ nenhuma curtida

pesquisadora FUNDACENTRO lembre-se do comportamento das nanopartículas no nosso organismo e do princípio da translocação em que as nanopartículas migram do trato respiratório diretamente ao cérebro podendo causar danos!!!

30 de março às 19:12 Descurtir 2 ⇒ apenas duas curtidas

Fonte: Organizada pela autora.

Na Figura 14, estão destacados os recursos do Facebook que sugerem que todos os participantes visualizaram a postagem, mas apenas um deles “curtiu”. Esses mesmos recursos permitem verificar a pouca quantidade de “curtidas” no comentário realizado pela professora/pesquisadora e pela pesquisadora da Fundacentro na postagem.

Para se ter alguma dimensão do papel das postagens nas reflexões realizadas pelos participantes, aplicou-se o questionário C do Anexo VIII e se estabeleceu uma discussão sobre ele com os participantes no último encontro presencial do ciclo de debates. O Quadro 16 apresenta uma síntese das questões desse questionário, das alternativas de resposta de cada questão e das respostas dos participantes.

O questionário C teve como mote a avaliação do Ciclo II da intervenção pedagógica e foi respondido por 13 participantes. Como mostrado no Quadro 16, organizaram-se as sete primeiras questões do questionário para verificar a contribuição do ciclo de debates para a compreensão de temáticas relacionadas à nanotecnologia. Essas questões eram de múltipla escolha, mas, para cada alternativa elencada pelo participante, solicitou-se um comentário referente à escolha.

Destacaram-se no Quadro 16 as alternativas que sinalizam a contribuição das **postagens** para melhor contribuição das temáticas sobre nanotecnologia trabalhadas ao longo do ciclo de debates em tons de cinza. Usou-se o tom mais escuro para a alternativa “c”, a qual faz referência direta às postagens. Por meio do somatório dos dados destacados, é possível verificar que a contribuição das **postagens** para melhor compreensão das temáticas foi sinalizada pelos participantes nos seguintes percentuais: (i) o que é nanotecnologia – 53,8% dos participantes; (ii) propriedades da nanotecnologia – 31%; (iii) regulamentação de produtos com nanotecnologia – 77%; (iv) aspectos da nanotecnologia no Brasil – 61,5%; (v) aspectos da nanotecnologia no mundo – 69,2 %; (vi) impactos da nanotecnologia – 61, 5%; e aplicações da nanotecnologia – 53,8%.

Quadro 16 - Contribuição do ciclo de debates para compreensão de temáticas sobre a nanotecnologia

	Alternativas de respostas das sete primeiras questões do questionário C - avaliação do ciclo de debates								TOTAL de participantes que mencionam a contribuição <b>das postagens</b> para compreensão das temáticas
	a) Não contribuiu	b) Apenas os encontros presenciais contribuíram	c) Apenas as postagens no <i>blog</i> contribuíram	d) Apenas a pesquisa individual contribuiu	e) Outra resposta				
					Encontros presenciais e postagens contribuíram	Encontros presenciais e pesquisa individual contribuíram	Encontro presencial, postagens e pesquisa individual contribuíram	Ficou Vago	
O que é nanotecnologia	0	4	1	1	3	1	3	0	7 (53,8%)
Propriedades da nanotecnologia	1	1	1	1	2	2	1	4	4 (31%)
<b>Regulamentação de produtos com nanotecnologia</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>10 (77%)</b>
Aspectos da Nanotecnologia no Brasil	0	5	2	0	4	0	2	0	8 (61,5%)
Aspectos da Nanotecnologia no Mundo	0	3	3	0	2	1	4	0	9 (69,2%)
<b>Impactos da nanotecnologia</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>8 (61,5%)</b>
Aplicações da nanotecnologia	0	3	1	0	2	2	4	0	7(53,8%)
Total de respostas	1	22	12	2	20	8	15	4	47

Fonte: Organizado pela autora.

Nota-se no Quadro 16 que a alternativa “c” do questionário C faz referência apenas à contribuição das postagens do blog para melhor compreensão das temáticas. Criou-se essa alternativa, pois não havia no *blog* recursos que permitissem verificar se os participantes ao menos visualizaram as postagens realizadas e porque o número de comentários nas postagens do *blog* foi insignificante. A alternativa “e” era aberta, e a análise dos comentários referentes a essa alternativa permitiu a organização das respostas em quatro grupos: (i) Encontros presenciais e **postagens** contribuíram; (ii) Encontros presenciais e pesquisa individual contribuíram; (iii) Encontros presenciais, **postagens** e pesquisa individual contribuíram; e (iv) ficou vago. Cabe ressaltar que, nos comentários sobre a alternativa “e”, os participantes que fizeram menção aos **postagens** não deixaram claro se essas eram do Facebook ou do *blog*.

No que se refere à compreensão da temática *o que é nanotecnologia*, P11, ao marcar a alternativa “c”, comentou:

“A compreensão sobre o tema melhorou inicialmente com os debates presenciais, pois comecei a me interessar sobre o tema. Com a curiosidade que surgiu sobre a nanotecnologia na área de alimentos, **as pesquisas e as socializações no blog foram muito válidos.**” (P11-RQ, grifo meu).

Quanto à compreensão *da regulamentação de produtos com nanotecnologia*, P08 e P11 fizeram os seguintes comentários em relação à alternativa “c”:

*“Melhorou bastante, pois acho como era pesquisa, precisamos saber a base da regulamentação e não ir tão afundo. E através do que os demais colegas fizeram, as postagens, já deu um ‘ar’ de como é essa regulamentação.”*(P08-RQ, grifo do participante).

*“A compreensão sobre a regulamentação foi mais esclarecida através das postagens no blog.”* (P11-RQ).

Sobre a compreensão de *aspectos da nanotecnologia no Brasil*, P01 e P04 fizeram os seguintes comentários em sua opção pela alternativa “c”:

*“O Estudo no Brasil parece estar engatinhando, acho que é pelo fato de não valorizarem as mentes do país. As contribuições nas **postagens do blog** nessa área foram mais abrangentes. Pode-se observar a falta, talvez de recursos, pesquisa na área, e o avanço de outros países desenvolvidos”. (P04-RQ, grifo meu)*

*“Neste aspecto o blog tinha muito conteúdo e foi interessante ler.” (P01- RQ).*

Em especial, em relação *aos impactos da nanotecnologia*, seguem alguns comentários dos participantes que remetem, direta ou indiretamente, à contribuição das **postagens**. O comentário de P02 é referente à alternativa “c”, e os comentários de P05, P14, P09 e P11 são referentes à alternativa “e”.

*“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” (P02-RQ, grifo meu)*

*“Esse aspecto pra mim foi o mais importante, levantar esta questão é extremamente necessário, e mostrou também ser a maior deficiência do setor, que é identificar esses impactos. Muitas **postagens** e ótimos debates se formaram sobre este tema”. (P05-RQ, grifo meu)*

*“ 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” (P14-RQ, grifo meu)*

*“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”. (P09-RQ, grifo meu)*

*“Sobre os impactos da nanotecnologia, **todas as formas de socialização foram muito importantes**, pois cada grupo trouxe um pensamento e a professora trouxe um pensamento sobre os aspectos sociais e éticos”. (P11-RQ, grifo meu)*

É possível observar, no conjunto de comentários apresentados nas diversas temáticas sobre nanotecnologia trabalhadas ao longo do ciclo de debates, traços de reflexões realizadas pelos participantes a partir das postagens. Esses comentários, associados aos resultados apresentados no Quadro 16, permitem aferir que a ação dialógica e problematizadora também ocorreu pelas temáticas das postagens realizadas no *blog* e no Facebook. Mesmo havendo uma quantidade pouco significativa de comentários dos participantes nas postagens, as respostas ao questionário C, sintetizadas no Quadro 16, e os comentários apresentados subsidiam o entendimento de que 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.

Além do mencionado, a contribuição das postagens também poderia ser vista pelas novas características dos leitores que se formam no contexto atual das TDIC. De acordo com Braga (2013), esses novos leitores interagem com diversas mídias, navegam entre os diversos nós e conexões das redes da Internet e, conseqüentemente, constroem roteiros não lineares e não sequenciais. Não cabe aqui fazer uma análise mais profunda nessa perspectiva, mas os dados apresentados lembram que as características dos novos leitores e autores que se formam a partir dos recursos da fase atual da Web merecem atenção no contexto da educação.

De outra parte, como descrito no item 6.2.3 do capítulo VI, as postagens dos participantes possibilitaram que a professora/pesquisadora elencasse uma temática sobre aplicação da nanotecnologia – obtenção de água potável – para organizar o terceiro encontro presencial e realizar problematizações em duas páginas do *blog* com foco nos impactos negativos da nanotecnologia. Em síntese, a partir da **colaboração/confiança** dos participantes, manifestada também por meio das temáticas das postagens realizadas nos espaços sociais virtuais,

surgiram as situações significativas que corroboraram a ação dialógica e problematizadora.

Essas análises iniciais trazem constatações relativas ao material emergente do apoio dos espaços sociais da Web 2.0, no caso as temáticas das postagens realizadas no *blog* e no Facebook, contribuírem para a realização da dialogicidade tradutora, pressuposto colocado ao longo dos primeiros capítulos desta tese. Igualmente, os dados apresentados demonstram que *a outra forma de estar junto* (BARBERO, 2013) dos estudantes, proporcionada pelas postagens realizadas nos espaços sociais da Web 2.0, pode corroborar reflexões que, quando associadas a problematizações, a exemplo das descritas no capítulo VI, contribuem para uma dialogicidade tradutora com vistas à constituição de uma consciência mais crítica acerca de uma determinada temática.

### **7.1.2 A colaboração/confiança expressa pela socialização de conhecimentos e pontos de vista nos espaços sociais da Web 2.0**

Este item tem como objetivo apresentar e discutir contextos que geraram a socialização de conhecimentos e pontos de vista sobre a temática nanotecnologia nos espaços sociais da Web 2.0 e como essa forma de colaboração/confiança contribuiu para promover a dialogicidade tradutora. A análise dos dados construídos permitiu a identificação de dois contextos:

(A) - Postagens

(B) - Necessidades concretas de ampliação do tempo presencial.

Descrevem-se os contextos A e B mesclados pelos construídos e suas respectivas análises. Para melhor compreensão da configuração desses contextos, cabe lembrar o *Fator e circunstância* “c<sub>2</sub>”, referente às possibilidades dos espaços sociais da Web 2.0:

*“A democracia é o horizonte, o que implica em liberdade de expressão, de autoria, de interlocução e de colaboração” (Fator e circunstância – c<sub>2</sub>, Figura 3, cap.IV.)*

Ter a democracia como horizonte para utilização dos espaços sociais da Web 2.0, para que os participantes usassem verdadeiramente esses espaços conforme as necessidades que surgissem ou fossem delineadas pelo grupo, foi o que balizou as ações da professora/pesquisadora no *blog* e no grupo do Facebook isto é, as ações

procuraram não inibir, mas, sim, incentivar a colaboração/confiança dos participantes no *blog* e no grupo do Facebook, de forma a deixá-los livres e à vontade para exporem seus interesses de pesquisa e seus pontos de vista sobre a relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Isso foi extremamente desafiador e difícil, por conta da relação de poder que marca a relação professor/aluno, e de outra parte, para a professora/pesquisadora, docente da área da matemática com cerca de 20 anos de experiência quase que exclusivamente no ensino presencial.

A experiência da docência em matemática é destacada aqui propositadamente, pois a característica dessa área carrega consigo uma tradição de atividades de ensino-aprendizagem um tanto distantes de questões abertas que permitem a criatividade e a liberdade de expressão. Mesmo com as novas possibilidades pedagógicas acenadas pela educação matemática (SKOVSMOSE, 2013), ainda prevalecem inúmeras atividades que podem ser vistas como uma lista de ordens a serem seguidas, como “resolva a equação” ou “determine a derivada da função”, e até problemas formulados de modo que cada um deles tenha apenas uma resposta.

É preciso reconhecer que as marcas do ensino tradicional que ainda prevalecem nas aulas de matemática têm implicações das mais diversas ordens (SKOVSMOSE, 2013), entre elas, a formação de um cidadão acrítico e pouco reflexivo. Mas o que se quer ressaltar é que essa tradição é muito difícil de ser rompida, até mesmo por conta das características dos conteúdos ministrados. Essa realidade, que certamente marca fortemente a formação da professora/pesquisadora com quase 20 anos de experiência lecionando matemática, juntamente com a inexperiência com atividades pedagógicas à distância, ou *on-line*, possivelmente se evidenciam nas descrições a seguir e se caracterizam como limitações ou barreiras a serem transpostas em experiências futuras. Nesse sentido, o Ciclo I da intervenção pedagógica apresenta uma pequena contribuição para a área da matemática.

Diante do exposto, é imprescindível frisar que as ações pedagógicas realizadas nos espaços sociais da Web 2.0 e que se descrevem a seguir – com vistas a corroborar uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, tiveram como horizonte a democracia, a liberdade de expressão e a confiança - FC sinalizados na dimensão “c” da Figura 3 do capítulo IV, os quais se entende estarem em consonância com a pedagogia crítica discutida no capítulo II - mas foram conduzidas por uma professora **de matemática** e para alunos **dos cursos de engenharia**, e isso tem implicações.

### 7.1.2.1 Contexto A – Postagens

Conforme mostrado no Quadro 15 do item 7.1.1, 75% das postagens no *blog* e 83,8% das postagens no Facebook, realizadas pelos participantes, foram sobre aplicações da nanotecnologia. Esses percentuais ratificam uma forma de colaboração/confiança dos participantes nos espaços sociais da Web 2.0 pois expressam o genuíno interesse pelas possibilidades de aplicações da nanotecnologia. Para problematizar esse significativo interesse, conforme mostrado no Quadro 15, além das discussões presenciais descritas no capítulo VI, a professora/pesquisadora, com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0, fez uso das postagens para problematizar de forma indireta o foco dos participantes.

Todavia, a busca pelo apoio dos espaços sociais da Web 2.0 para a dialogicidade tradutora não se restringiu ao “jogo” de postagens. No período compreendido entre os cinco encontros presenciais do ciclo de debates sobre nanotecnologia, por vezes realizaram-se tentativas de envolver os participantes em discussões no *blog* e no Facebook, fazendo um questionamento em uma postagem realizada por eles ou mesmo uma postagem dando abertura para uma discussão. Mas como já mencionado, os comentários, no *blog* e no Facebook, foram em números inexpressivos e, quando ocorriam, eram, em sua maioria, extremamente pontuais, mesmo nas postagens de grande interesse do grupo.

Nesse íterim, duas postagens merecem destaque. Menciona-se, em especial, a postagem apresentada na Figura 15a, realizada no Facebook por um dos participantes, por ser uma das raras postagens que problematizou os benefícios de uma tecnologia para a humanidade.

A postagem apresentada na Figura 15a foi realizada logo após o quarto encontro presencial do ciclo de debates destinado à socialização de aplicações da nanotecnologia elencadas pelos participantes e à discussão sobre elas. Como colocado na descrição feita no capítulo VI, um debate caloroso e que também envolveu questões éticas aconteceu a partir da temática dos nanorrobôs; mas, dadas as limitações do tempo presencial, a discussão foi interrompida, com possibilidades de ser continuada nos espaços sociais virtuais. A postagem exposta na Figura 15a é um exemplo de como a temática dos nanorrobôs incitou reflexões e questionamentos sobre os benefícios da aplicação da nanotecnologia para a humanidade. Contudo, os recursos destacados na Figura 15a demonstram que todos os participantes visualizaram a postagem, mas apenas uma das pesquisadoras da Fundacentro “curtiu”, e o único comentário foi realizado pela professora/pesquisadora após dois dias da

publicação, numa tentativa de chamar o participante que realizou a postagem para um diálogo nos espaços *on-line*, mas o participante nem ao menos curtiu o comentário.

Figura 15a - Postagem no grupo do Facebook – Ciclo II

**participante** 12 de abril

Sobre o nosso debate de ontem acerca dos nanorobôs: até que ponto o desenvolvimento de tecnologias autônomas pode ser bom para os seres humanos?



**Stephen Hawking: Inteligência artificial pode destruir a humanidade**

Proeminente cientista diz temer eventuais consequências de se criar máquinas que sejam equivalentes ou superiores aos humanos.  
BBC.CO.UK

Curtir Comentar Compartilhar **Visualizado por todos** ←

**pesquisadora Fundacentro** curtiu isso.

Comments

 **professora/pesquisadora** apenas uma curtida

**participante** vc assistiu o filme sobre a história dele no cinema ...?

14 de abril às 18:13 · Curtir  comentário não respondido e nem curtido

Fonte: Adaptada de postagem no grupo do Facebook – Ciclo II.

Como se pode observar, o contexto que envolveu a realização da postagem apresentada na Figura 15a, ou seja, um tema polêmico (*fator e circunstância* “a<sub>6</sub>” – Figura 3 do capítulo IV), que gerou uma discussão acalorada no tempo presencial, associado à limitação de tempo para dar continuidade à discussão por conta das outras socializações realizadas no mesmo encontro presencial, era um tanto quanto profícuo para que o debate continuasse nos espaços sociais da Web 2.0 elencados para apoiar o ciclo de debates. Entretanto, isso não aconteceu. Os recursos do

Facebook sugerem que todos os participantes visualizaram a postagem e, conforme os comentários apresentados – nas alternativas em tons de cinza no Quadro 16 do item 7.1.1, nos quais os participantes sinalizam direta ou indiretamente as contribuições das postagens – provavelmente fizeram suas reflexões, mas não se dispuseram a comentar nem ao menos a “curtir” a publicação do colega.

Cabe pontuar que a dificuldade de encontrar um tempo real para estar nos espaços virtuais da Web 2.0 parece ter sido um fator limitador da colaboração/confiança dos participantes, no sentido de ir além da elaboração e publicação de postagens. Os cursos de engenharia são reconhecidamente extremamente exaustivos em termos de dedicação de horas de estudo. Os comentários de P11, P14 e P12 ratificam essa percepção:

*“Às vezes com as cobranças da semana **não temos tempo** para focar em um tema. Às vezes mesmo conectados, estamos **resolvendo outros assuntos da faculdade como trabalhos, relatórios e provas.**”(P11-RQ, grifos meus)*

*“Acredito que **pela falta de tempo**, algumas informações ficam no ar, questionamentos não foram respondidos.” (P14-RQ, grifo meu)*

*“não mas eu acho que ... é justamente porque mesmo sendo on-line tens que ter a dedicação, mesmo assim vai ter que tirar **um tempo** ...vai ter que tirar uma hora pra fazer isso...(P12-TG, grifo meu)*

A segunda postagem que merece destaque encontra-se na Figura 15b<sub>1</sub>.

Figura 15b<sub>1</sub> - Postagem no grupo do Facebook – Ciclo II

**P02** Funcionamento do sistema fotovoltaico...  
15 de abril

**Visualizado por todos** ←

Você curtiu isso.

Comments

**P02**

professora até agora não consigo ver a questão de nanopartículas no sistema solar, mas vou continuar a busca, pode ser que haja "Perspectivas", smsr  
15 de abril às 11:22 · Curtir

**P02** e **P08** professora e **P08** Acho que não entendi direito então. A utilização da nano em aquecimento solar é uma expectativa dos dois ..ainda não existe aplicação neste sentido? O que os leva a crer que isso acontecerá ? O que vimos das propriedades da nano, alta reatividade não pode ter algum impedimento pra isso ?  
15 de abril às 19:14 · Editado · Curtir

Fonte: Adaptada de postagem no grupo do Facebook – Ciclo II.

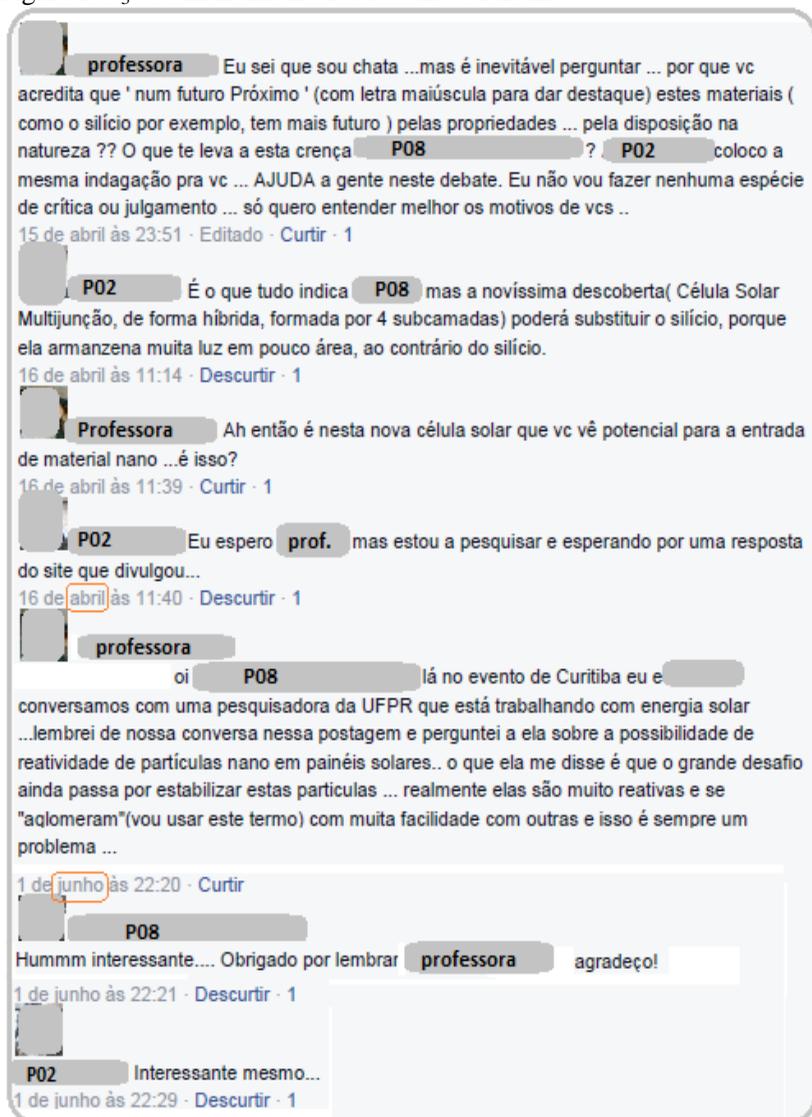
Logo em seguida ao comentário da professora/pesquisadora (Figura 15b<sub>1</sub>), por meio do qual foi realizada a problematização, P08 respondeu e um diálogo *on-line* ocorreu, como mostrado na Figura 15b<sub>2</sub>.



É possível perceber, na discussão apresentada na Figura 15b<sub>2</sub>, que os participantes não conseguiram, em suas pesquisas, evidências da aplicação da nanotecnologia em um sistema fotovoltaico. Isso era uma expectativa deles. Para problematizar essa expectativa, a professora/pesquisadora relembrou as propriedades das nanopartículas quanto ao seu potencial de ignição e explosão. Como destacado na Figura 15b<sub>2</sub>, P08 reconheceu essa possibilidade e disse que não tinha pensado nisso para o caso do sistema fotovoltaico. Esse é um exemplo de como a apropriação de um conhecimento já sistematizado sobre as nanopartículas pode levar a outras percepções sobre as possibilidades reais de aplicação da nanotecnologia, com vistas a romper com as “explicações mágicas” (FREIRE, 1999, p.69-70), características de uma consciência que se distancia de uma consciência crítica.

A Figura 15b<sub>3</sub> traz uma continuação da discussão mostrada na Figura 15b<sub>2</sub>, na qual é possível verificar que o debate continua com a participação de P02, chamado novamente para a conversa pela professora/pesquisadora.

Também é possível verificar, na Figura 15b<sub>3</sub>, um retorno à discussão apresentada na Figura 15b<sub>2</sub>, realizada pela professora/pesquisadora, depois de quase um mês, para socializar com os participantes informações obtidas sobre a relação entre as nanopartículas e os sistemas solares de produção de energia e como os participantes P08 e P02 visualizam esse novo comentário na postagem e respondem a ele sem fazer questionamento algum, apenas como uma forma de reconhecer a preocupação da professora/pesquisadora. Cabe ainda ressaltar que a postagem mostrada na Figura 15b<sub>3</sub> foi a única realizada durante o período do ciclo de debates sobre aplicação da nanotecnologia, em que os participantes responderam às problematizações da professora/pesquisadora e, conseqüentemente, permitiram que fosse realizada a dialogicidade tradutora.

Figura 15b<sub>3</sub> - Comentário no Facebook – Ciclo II

Fonte: Adaptada de postagem no Facebook – Ciclo II.

Como descrito no capítulo VI, para cada encontro presencial, computaram-se mais quatro horas *on-line*. No primeiro encontro presencial, explicou-se aos participantes que se previu o tempo *on-line*

para valorizar o tempo de pesquisa e de 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 além do tempo presencial do ciclo de debates, mesmo diante da excessiva demanda de estudo dos cursos de engenharia.

Sendo assim, encontrar tempo para comentários/discussões ou para “curtidas” nas postagens não foi uma opção significativa para os participantes para o espaço não presencial do ciclo de debates. Eles optaram pelas pesquisas e pela socialização de 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 dos espaços sociais da Web 2.0.

Ainda quanto às postagens, do exposto até aqui, é possível afirmar que essa forma de socialização nos espaços sociais da Web 2.0 ratifica a possibilidade acenada pelo *Fator e circunstância* “c<sub>3</sub>” – *observar o fluxo de informações acessadas pelos alunos acerca de um tema* (Figura 3 – capítulo IV).

#### 7.1.2.2 Contexto B – Necessidades concretas de ampliação do tempo presencial

Duas situações se caracterizaram como necessidades concretas para o apoio dos espaços sociais da Web 2.0 durante o Ciclo II da intervenção pedagógica:

- (i) A necessidade de recuperação de ausência de participantes nos encontros presenciais para certificação integral das 40 horas para serem validadas no âmbito das AACCs.
- (ii) A conclusão da avaliação do ciclo de debates.

A necessidade de ausência nos encontros presenciais do ciclo de debates foi uma situação propícia para buscar o apoio dos espaços sociais da Web 2.0. Isso porque três participantes que não puderam comparecer a um dos encontros presenciais requisitaram uma forma de compensar essa falta por conta da certificação para as AACCs. Um dos participantes não pôde comparecer ao quarto encontro presencial, e os outros dois, ao terceiro.

Para compensar essa ausência, elaborou-se uma atividade, a ser executada em duas etapas e com o auxílio do *blog*. Na etapa A, os participantes deveriam assistir aos vídeos das atividades I e II descritas no Quadro 12 (item 6.2.3 – capítulo VI) e fazer um comentário explicitando a relação percebida entre os dois vídeos. Essa etapa teve como objetivo instigar a percepção de que a aplicação de uma tecnologia promissora como a nanotecnologia também pode acarretar problemas para a sociedade. Na sequência da etapa A, deveria ser realizada a etapa B, na qual os participantes assistiriam aos vídeos das atividades III e IV apresentadas no Quadro 13 (item 6.2.3 – capítulo VI) e destacariam, de cada vídeo, três aspectos considerados relevantes. A etapa B teve como objetivo esclarecer e exemplificar propriedades das nanopartículas na perspectiva de aspectos positivos, mas, principalmente, de seus aspectos negativos para a saúde humana e para o meio ambiente.

As respostas às etapas A e B deveriam ser postadas nos comentários da página do *blog* onde se organizou o terceiro encontro presencial, que teve como foco discutir impactos da nanotecnologia e onde estavam os *links* de acesso aos vídeos mencionados. Como já dito, as páginas em um *blog* podem ser fixadas e, dessa forma, se ter uma visualização que facilite a sua localização, quando comparada às postagens. Por outro lado, as páginas também têm o recurso dos comentários e, dessa forma, a professora/pesquisadora poderia tentar um diálogo com os participantes a partir de suas respostas.

Elaborou-se a atividade de recuperação das faltas para que cada participante pudesse realizá-la no seu tempo, devendo, contudo, ser finalizada até antes do último encontro presencial. Também se elaborou essa atividade para verificar como os participantes se colocariam nos comentários do *blog*. Os participantes P14 e P12 apresentaram respostas às duas etapas; já o participante P05 respondeu apenas à etapa A. As respostas apresentadas não se restringiram à execução literal da tarefa colocada, haja vista que os participantes se posicionaram em relação aos aspectos destacados, sem, entretanto, explicitarem algum tipo de relação entre as duas etapas.

Na resposta à etapa A, além da relação entre os dois vídeos sugeridos, os participantes apresentaram seu ponto de vista sobre o potencial da nanotecnologia. Esses pontos de vista estão destacados em negrito nos trechos apresentados a seguir:

*“Foi apresentado duas formas de purificação de água, fantástico! O filtro poderia se tornar mais*

*eficaz com a aplicação da nanotecnologia. Pesquisei um pouco e achei que membranas de nano tubos de carbono, por exemplo, podem remover quase todos os tipos de contaminantes da água, incluindo a turbidez (falta de transparência), óleo, bactérias e contaminantes orgânicos; filtros de alumina nano fibrosa e outros materiais de nano fibra também removem contaminantes como vírus, bactérias e micro substâncias orgânicas e inorgânicas em uma velocidade maior do que a dos filtros convencionais.” (P14-CB, grifo meu)*

*“Mas o produto apresentado é realmente impressionante e promissor acredito eu. Ao ver parte de seu funcionamento me parece uma **mini-fabrica** de osmose reversa, uma vez que trabalha com a pressão e filtros.” (P12-CB, grifos meus)*

*“vejo como sendo um produto que irá revolucionar a distribuição de água no mundo, e colocará em cheque as mega estruturas de dessalinização.” (P05-CB, grifos meus)*

Vale lembrar que os vídeos apresentados na etapa A eram sobre obtenção de água potável; o primeiro (atividade I – Quadro 12 – item 6.2.3) apresentava um exemplo de dessalinização de água do mar. O material enfatizava, também, aspectos negativos do processo utilizado para a saúde humana e para o meio ambiente. O segundo vídeo (atividade II – Quadro 12 – item 6.2.3) mostrava o potencial de um filtro com nanotecnologia para obtenção de água potável; entretanto, só apresentava os aspectos positivos dessa tecnologia.

A finalidade da etapa A era verificar se, com um exemplo de aspectos negativos de uma tecnologia, os participantes problematizariam a aplicação da nanotecnologia sinalizada no segundo vídeo. De acordo com a discussão apresentada no item 4.1 do capítulo IV, exemplos de impactos negativos de uma tecnologia em uso ou já utilizada podem incitar reflexões críticas sobre uma tecnologia emergente. Como mostrado nos comentários de P14, P12 e P05, isso não aconteceu; contudo, a etapa A levou os participantes a explicitarem, mais uma vez, agora na forma de comentários escritos, o seu real (genuíno) ponto de vista: o latente deslumbramento pelas possibilidades de aplicação da nanotecnologia. De outra parte, assim como no terceiro encontro presencial, em que se fez a apresentação dos vídeos aos demais participantes do ciclo de debates, criou-se um pré-requisito para a ação

dialógica e problematizadora: uma situação significativa para ser problematizada.

Nos comentários em resposta à etapa B, os participantes P14 e P12 destacaram aspectos positivos das propriedades da nanotecnologia e reconheceram os problemas que poderiam desencadear:

*“O aumento da área superficial **aumenta a reatividade da partícula nanométrica**. Essa nano escala faz pode fazer **perder o controle dessa tecnologia**, pois ela passa por “qual quer” lugar, **podendo se tornar um perigo**, podendo se tornar uma praga.” (P14-CB, grifo meu)*

*“[...] Entendo que de fato muda muitas propriedades do matéria, mas com o estudo podemos aproveitar essa velocidade de reação e mudança de reatividade, como técnico químico e estudante de engenharia química este fato me cativa ainda mais a pesquisar sobre o assunto. **Entretanto a preocupação estampada no vídeo é válida uma vez que alguns materiais macro são estáveis e podem não se comportar desta maneira na escala nano [...].**” (P12-CB, grifo meu)*

O reconhecimento de que as propriedades das nanopartículas poderiam também trazer problemas, manifestado por P14 e P12 nos comentários apresentados anteriormente, contribuiu para que a professora/pesquisadora realizasse problematizações a partir da situação significativa criada na etapa A, articuladas aos conhecimentos das nanopartículas sinalizados pelos participantes na etapa B. Em outras palavras, a partir da apropriação de propriedades das nanopartículas e de seus possíveis impactos negativos, foi possível provocar os participantes a pensarem e refletirem sobre problemas que pudessem ser causados pela nanotecnologia na busca por água potável, bem como instigar rupturas ou desestabilizações na consciência primeira dos participantes, focada apenas nos benefícios das aplicações na nanotecnologia.

A perspectiva de que a compreensão das propriedades das nanopartículas pudesse ampliar a visão dos participantes, fazendo-os perceber que a nanotecnologia também poderia trazer problemas, se fundamenta numa das premissas de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) sobre a dialogicidade tradutora. Esses autores, ao definirem o diálogo tradutor para o ensino de ciências, inferem que a apropriação de

conhecimentos sistematizados (científicos) pode conduzir a rupturas ou transformações na consciência primeira com vista a promover uma consciência mais crítica e ampliada sobre a temática em questão.

No caso de P05, que respondeu apenas à etapa A, foi possível fazer problematizações a partir de seu comentário, pois ele esteve presente no terceiro encontro presencial no qual se fez a apresentação dos vídeos da etapa B ao grupo. Para avisar os participantes que os comentários com as problematizações foram realizados no *blog*, a professora/pesquisadora lançou mão dos recursos comunicacionais do Facebook, uma vez que, nessa rede social, os participantes também recebem notificações pelo celular, ou seja, se fez uso das *novas formas de estar junto* (BARBERO, 2013) dos participantes possibilitadas pela atual fase da Internet associada aos dispositivos móveis. Os três participantes fizeram ao menos um novo comentário a partir da problematização realizada pela professora/pesquisadora no *blog*.

Não é o mote deste item avaliar a qualidade dos comentários dos participantes, resultantes das problematizações realizadas pela professora/pesquisadora para uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, mas, sim, contextualizar a colaboração/confiança expressa pela socialização de pontos de vista que permitiram a ação dialógica e problematizadora. Uma relação de colaboração/confiança estabelecida entre os três participantes e a professora/pesquisadora **para atender a uma solicitação dos estudantes**: uma possibilidade de obter o certificado integral das 40 horas do ciclo de debates para validação das AACCs.

Para justificar ou tentar entender por que os participantes socializaram seus pontos de vista que permitiram o diálogo tradutor na situação descrita, recorreu-se a postulações de Freire já citadas nesta tese no capítulo II: “A **confiança** implica no testemunho verdadeiro que um sujeito dá ao outro de suas reais e concretas intenções” (FREIRE, 1982, p. 96, grifo meu). Quando “a confiança se instala de um pólo (*sic*) ao outro os sujeitos se tornam cada vez mais companheiros na pronúncia do mundo, esta comunhão indubitavelmente dialógica, **se faz colaboração**” (FREIRE, 1982, p. 96, grifo meu). Os estudantes confiaram, explicitando o interesse pela certificação. A resposta positiva da professora/pesquisadora, ao criar uma possibilidade de recuperação das horas perdidas com a falta ao encontro presencial, corroborou essa confiança que se fez colaboração dos participantes nos espaços sociais da Web 2.0 na forma de exposição de seus pontos de vista sobre a nanotecnologia.

Outra situação usada para incitar os participantes a socializarem seus pontos de vista na forma de comentário no *blog* e no grupo do Facebook, que permitissem a dialogicidade tradutora foi a necessidade de conclusão de avaliação do ciclo de debates iniciada no último encontro presencial. Dessa vez, essa *necessidade concreta de apoio dos espaços sociais da Web 2.0* para além do tempo presencial foi colocada pela professora/pesquisadora que, desde o primeiro encontro presencial, deixou claro aos participantes que as últimas 4 horas *on-line* seriam utilizadas para avaliação do ciclo de debates.

Conforme a descrição apresentada no item 6.2.5 do capítulo VI, realizou-se a avaliação do ciclo de debates sobre a nanotecnologia em duas partes. A primeira ocorreu com a aplicação do questionário C (ANEXO VIII) e discussão sobre ele no último encontro presencial, quando se explicou aos participantes que a avaliação do ciclo de debates teria uma segunda parte a ser realizada nas últimas 4 horas *on-line*.

Quanto à segunda parte da avaliação, realizou-se em quatro páginas do *blog* designadas como: *Colaboração – Indagação 1*; *Colaboração – Indagação 2*; *Colaboração – Indagação 3*; e *Colaboração – Indagação 4*. Em cada uma dessas páginas, realizou-se uma problematização. A Indagação 1 (ANEXO IX) fez referência ao uso do *blog*, e a 2 foi sobre o entendimento de duas propriedades básicas da nanotecnologia. Elaborou-se a Indagação 2, pois, como mostrado no Quadro 16, cinco participantes manifestaram problemas na compreensão das propriedades das nanopartículas.

Na discussão presencial sobre o questionário C, percebeu-se que eles não tinham entendido o questionamento realizado, razão pela qual se retomou esse questionamento na segunda parte da avaliação, como mostrado no ANEXO X. A Indagação 3 (ANEXO XI) teve como mote a problematização do uso de nanotecnologia em filtros de água, e, na Indagação 4 (ANEXO XII), problematizou-se a responsabilidade do engenheiro na escolha ou no desenvolvimento de uma nova tecnologia.

Para explicar os objetivos da segunda parte da avaliação, ressaltar o prazo para sua realização e verificar se algum dos participantes se oporia a apresentar as suas respostas nas páginas do *blog*, a professora/pesquisadora usou como recurso postar no grupo do Facebook um vídeo de, aproximadamente, quatro minutos de duração, gravado pelo celular, um *smartfone*, no qual ela mesma tecia as explicações oralmente. Colocou-se um *link* para o acesso ao vídeo no Facebook no início da primeira página do *blog*, onde se postaram as quatro problematizações da segunda parte da avaliação do ciclo de debates intitulada *Colaboração – Indagação 1*.

Explicitou-se, no vídeo, que as respostas às quatro indagações colocadas nas páginas do *blog* poderiam também ser enviadas por *e-mail*. Contudo, argumentou-se que a opção por apresentar as respostas nos comentários das quatro páginas do *blog*, de forma que todos os participantes pudessem ver, se dava pelo entendimento de que a leitura das colocações dos colegas poderia corroborar reflexões sobre nanotecnologia com vista a ampliar a compreensão dos aspectos que envolvem o desenvolvimento e a apropriação de uma tecnologia emergente na/e pela sociedade.

Também se mencionou no vídeo que, após a realização das avaliações, se providenciariam os certificados das AACCs e que as questões elaboradas tanto procuravam atender ao objetivo pedagógico do ciclo de debates – *promover uma visão crítica da nanotecnologia* – quanto atendiam aos objetivos de pesquisa da presente tese. Assim, o vídeo procurou deixar o mais claro possível aos participantes as intenções da segunda parte da avaliação do ciclo de debates. Onze dos treze participantes do Ciclo II da intervenção pedagógica responderam às quatro indagações nas páginas do *blog*; nenhum dos participantes optou por enviar as respostas por *e-mail*; e dois participantes não realizaram essa segunda parte da avaliação.

Deu-se o primeiro passo com êxito, ou seja, a situação descrita levou 11 participantes a socializarem suas respostas no *blog*. Deixou-se claro aos participantes que a segunda parte da avaliação concluía o ciclo de debates e que a resposta às quatro indagações postadas no *blog* encerrava a obrigatoriedade de participação para obtenção do certificado que permitiria a validação da atividade no âmbito da AACCs. Entretanto, por meio das respostas postadas no *blog* na Indagação 3 e na Indagação 4 (ANEXOS XI e XII) – situação em que os participantes **colaboraram/confiaram**, expuseram os seus pontos de vista de forma que todos os participantes pudessem ter acesso, e não por *e-mail* individual – foi possível que a professora/pesquisadora tentasse prosseguir com a diligência tradutora para promover uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, de forma coletiva, nos espaços sociais da Web 2.0, sem nada efetivamente concreto em troca, nenhum certificado, nenhuma oportunidade de recuperação de horas.

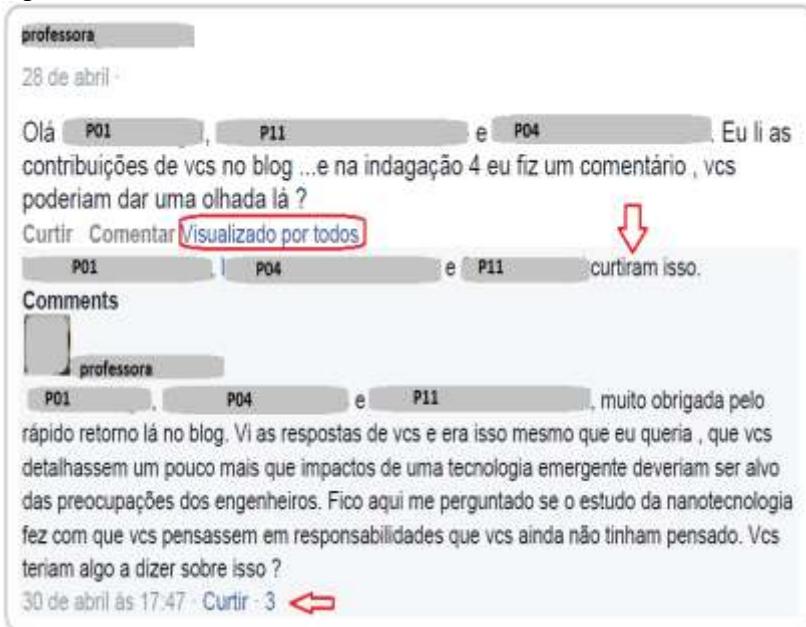
Para investir nessa tentativa, a professora/pesquisadora optou pelo espaço social virtual onde seria mais fácil fazer contato com os participantes – o Facebook – e teve como princípio balizador, essencialmente, as postulações de Freire (1982) sobre a confiança que se faz colaboração para ação dialógica: “a **confiança** implica no

testemunho verdadeiro que um sujeito dá ao outro de suas reais e concretas intenções” (FREIRE, 1982, p. 96, grifo meu).

A citação de Freire é repetida propositalmente, pois, juntamente com as discussões apresentadas no capítulo III sobre a **confiança**, que fundamentaram o *fator e circunstância* “c<sub>9</sub>” (Figura 3, cap. IV), ela serviu quase que como um “mantra” para o delineamento das ações da professora/pesquisadora nos espaços sociais da Web 2.0. Dito de outra forma, as ações da professora/pesquisadora nos espaços sociais da Web 2.0 deveriam ser o mais transparente possível, no sentido de colocar à mostra suas reais e concretas intenções em busca de uma cumplicidade que levasse à colaboração/confiança dos participantes: a exposição de seus pontos de vista sobre a nanotecnologia e, conseqüentemente, sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Realizaram-se três postagens no Facebook, explorando a temática da Indagação 4 do *blog*: a responsabilidade do futuro engenheiro. Na primeira postagem, mostrada na Figura 16a, a professora/pesquisadora inicialmente avisou três participantes sobre os comentários que fez a partir de suas respostas no *blog* e que gostaria de um retorno

Figura 16a - Comentário do Facebook – Ciclo II



Fonte: Adaptada do Facebook.

Pela Figura 16a, verifica-se que P01, P04 e P11 curtiram a postagem e atenderam à solicitação da professora/pesquisadora. Também é possível observar que, na sequência, nos comentários, a professora/pesquisadora voltou à postagem, fez um agradecimento aos novos comentários realizados no *blog* e tentou continuar a discussão sobre a responsabilidade do futuro engenheiro por ali, ou seja, pelo Facebook.

.Na Figura 16b, mostrada a seguir, pode-se observar como P01, P04 e P11 reagiram à nova provocação. O participante P01 realizou um pequeno diálogo com a professora/pesquisadora; P04 fez seu comentário a partir da resposta de P01; e P11 respondeu pontualmente ao comentário da professora/pesquisadora sem fazer menção às respostas de P04 e P01. Entretanto, a segunda provocação da professora/pesquisadora, apresentada no último comentário, ficou sem resposta: os participantes não responderam e não “curtiram”, isto é, não deram continuidade à discussão.

Figura 16b - Postagem no Face – Ciclo II

**P01** Realmente o engenheiro tem um papel muito importante, pois está na mão dele decidir algumas coisas para a humanidade, oque ele inventa ou cria cabe a ele mudar o futuro.. Só não sabemos ao certo se isso faria bem ou mal.

30 de abril às 17:53 · Descurtir · 2

**P01** Eu hoje, não saberia oque fazer se tivesse algo novo que envolva a nano, um exemplo da nossa apresentação eu não vi nada de ruim até porque é biodegradável mas a questão é a nanotecnologia em geral para o mundo, se pode haver problemas como a poluição que foi dito em sala. Eu ficariam muito empolgada se tivesse algo do gênero pra divulgar, mas a questão é ver oque ela vai causar, pra depois não virar uma bola de neve de problemas para resolver

30 de abril às 17:58 · Descurtir · 1

**professora**

**P01** não ficou claro pra mim se a discussão da nano trouxe algo novo pra vc nesta responsabilidade do engenheiro ... algo que talvez vc ainda não tivesse pensado e o estudo da nano ajudou a ver melhor ou até se dar conta

30 de abril às 18:01 · Curtir

**P01** Eu aprendi que o que o engenheiro faz pode refletir e muito para a humanidade, tanto que eu nem fazia ideia, e que não depende apenas dele decidir o futuro. Se pensarmos todas as coisas que usamos um engenheiro teve que criar ou melhorar. Então ele carrega uma responsabilidade grande, (e eu estou com medo de me formar haha),

30 de abril às 18:21 · Descurtir · 1

**P04** kkkkkk também tenho medo **P01**ahaha, é uma profissão de altíssima responsabilidade, e isso me preocupa um pouco, porque somos falhos .. mas desde que parei para pensar nessa área acredito que tenho algo para contribuir com a sociedade. É um trabalho fascinante, porém existem responsabilidades que são complexas, e desafiadoras e, cabe ao profissional, consciência e responsabilidade (não queria usar essa palavra novamente, mais não vejo outra que se encaixa kkkk).

30 de abril às 18:52 · Curtir · 1

**professora** Não era pra tanto, não quero que vcs fiquem com medo ... todos nós temos responsabilidade como cidadãos . Ter consciência disso já é uma forma de participar, de buscar elementos para uma futura argumentação. Mas a maioria sempre vai decidir ... cabe a cada um de nós fazer a nossa parte .. ou seja ao menos problematizar .. saber buscar informações e questionar e quem sabe um dia ... ser ou fazer parte da maioria ....

30 de abril às 19:05 · Editado · Curtir · 2

**P11**

**prof.** o estudo da nanotecnologia fez com que eu parasse e pensasse que temos muitas responsabilidades como engenheiros. Nosso papel não se restringe em apenas criar ou melhorar algo, mas sim em pensar no bem estar da população, criar tecnologias e objetos que beneficiem a sociedade.

27 de maio às 14:55 · Curtir

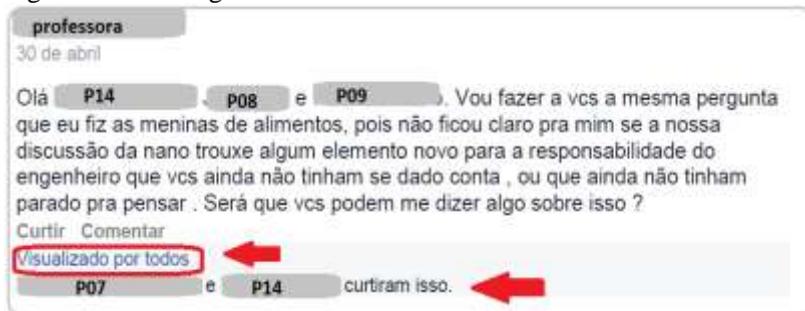
**professora** No primeiro dia ou nos dois primeiros dias eu tive a impressão que vcs achavam que era só uma questão financeira de baixar custos para que a nano ou produtos com nano pudessem ser produzidos em grande escala será que fiz uma leitura errada do que o grupo pensava ?

27 de maio às 17:14 · Curtir

Fonte: Adaptada de postagem no Facebook – Ciclo II.

A segunda postagem da professora/pesquisadora no Facebook teve o mesmo objetivo da postagem mostrada na Figura 16a, mas foi direcionada a um novo grupo de participantes, como se mostra na Figura 17a.

Figura 17a - Postagem no Facebook



Fonte: Adaptada do Facebook.

A provocação realizada na postagem exposta na Figura 17a gerou um diálogo muito semelhante ao mostrado na Figura 16b, no sentido de não conseguir provocar a continuidade da discussão sobre a responsabilidade do engenheiro. Obteve-se apenas uma resposta pontual à provocação da postagem, mas, diferente da postagem feita na Figura 16a, apenas um participante colaborou/confiou prontamente na solicitação da professora/pesquisadora. Os outros dois participantes precisaram de uma insistência pessoal que foi realizada pela professora/pesquisadora 18 dias após o comentário de P14 e de duas maneiras distintas: (i) fazendo um comentário na postagem mostrada na Figura 17b, mencionando o participante P09 na tentativa de chamá-lo para a conversa, e (ii) por meio de um contato pessoal, realizado com P08, pelo recurso de mensagem individual do Facebook.

Como pode ser visto na Figura 17b, os três participantes, P14, P08 e P09, acabaram por realizar comentários referentes à provocação da postagem da professora/pesquisadora (Figura 17a), mas não se dispuseram a continuar a discussão. O que evidencia esse fato é que, novamente, assim como na postagem exposta na Figura 16b, o último comentário da professora/pesquisadora, com mais uma provocação, ficou sem resposta: nenhum dos participantes respondeu nem ao menos curtiu esse comentário.

Figura 17b - Comentários do Facebook – Ciclo II

Comments

**P14** Essa pesquisa me deixou mais claro que um engenheiro tem muita responsabilidade, e o mais importante, ele precisa estar inteirado em diversos assuntos e conhecer diversas áreas, precisa conhecer o que existe no mercado e as novas tendências tecnológicas. Essa pesquisa me fez perceber que precisamos olhar as consequências a curto e longo prazo ao criar ou inovar algo. 3 de maio às 21:14 · Descurtir · 2

**professora** **P09** vc viu esta postagem ? 5 de maio às 10:40 · Curtir 

**P09** Oi **professora**, não tinha visto. Assim que chegar em casa respondo 5 de maio às 10:44 · Descurtir · 2

**professora** Aqui **P09** ..... 21 de maio às 18:00 · Curtir 

**P09** Sim, o grupo me fez refletir mais sobre as responsabilidades do engenheiro para com a sociedade e ver que o desenvolvimento tecnológico além de seus pontos positivos, tem também seus pontos negativos, que devem ser analisados com muito cuidado por esses profissionais. Me fez ter um olhar diferente também sobre a forma com que as novas tecnologias são aderidas pela população no geral, e que influências os "produtores" de tecnologia tem sobre isso. Enfim, foi uma ótima experiência para mim e me ajudou muito a aprimorar meus conhecimentos 26 de maio às 18:21 · Curtir

**P09** Minhas sinceras desculpas pela demora, Simone. 26 de maio às 18:21 · Curtir

**professora** sem problemas **P09** Sua resposta parece bem sincera ... fico feliz por isso ... Eu não sou contra a tecnologia e acho que a nano vai trazer muitas coisas boas para a Humanidade , talvez até já esteja trazendo. Mas tbém vejo que o avanço tecnológico que estamos alcançando está cada vez mais longe da compreensão das pessoas de modo geral... e isso faz com que os rumos da sociedade e do planeta fiquem cada vez mais a cargo de uma minoria supostamente apta para decidir pela maioria 26 de maio às 18:28 · Editado · Curtir

**P09** Também acredito que a nano trará e está trazendo muitos benefícios para a humanidade, muitos dizem até que ela será a responsável por uma nova revolução tecnológica. Acredito também que atualmente a compreensão da população a cerca desse desenvolvimento seja um tanto limitada, mas em pouco tempo uma grande parcela da população já terá um bom entendimento sobre isso. Porém o que eu acho que deve ser um item para reflexão do engenheiro são os pontos negativos que esses avanços trazem, porque tudo tem um lado bom e um ruim que devem ser analisados com a mesma preocupação. 26 de maio às 18:43 · Editado · Descurtir · 1

**P08** Como não entedia muito de nano. O que me faz pensa que como futuro engenheiro não posso só assinar tenho que ver as possibilidade desse produto. Quais suas consequências Pois querendo ou não sou responsável pelo que assino. 27 de maio às 15:32 · Descurtir · 1

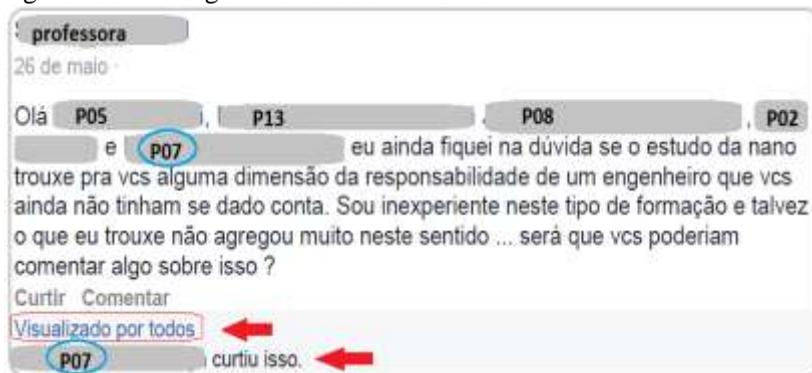
**professora** Num primeiro momento eu tive a impressão ..no primeiro encontro que vcs acharam que o que faltava para a nano chegar no consumidor era só uma questão de custo ...fiz uma leitura errada do que vcs pensavam ? 27 de maio às 17:09 · Curtir

Fonte: Adaptada do Facebook.

As figuras 16b e 17b tem como objetivo mostrar um pouco da dimensão das respostas pontuais dos participantes envolvidos e como as provocações das postagens expostas nas Figuras 16a e 17a **não conseguiram** provocar uma discussão coletiva sobre a responsabilidade do futuro engenheiro diante de uma tecnologia emergente como a nanotecnologia. Por outro lado, pelas figuras 16a e 17a, os recursos limitados do Facebook indicam que todos os participantes do grupo podem ter visualizado as duas postagens. Isso dá indícios de que as discussões podem ter sido acompanhadas, mas assim como acontecia nas postagens do Ciclo I da intervenção pedagógica, os participantes só assistiram e, quiçá, fizeram suas reflexões. Essa inferência sobre a possibilidade das reflexões também se sustenta nos sinais dados pelos participantes nos comentários do questionário C, já discutidas no item 7.1.1, quanto às contribuições das postagens em suas ponderações a respeito da nanotecnologia. O mesmo pode ter ocorrido com os comentários mostrados nas figuras 16a e 17a, mas, infelizmente, é difícil uma comprovação efetiva.

A terceira postagem realizada pela professora/pesquisadora para tentar incitar a continuidade das discussões no grupo do Facebook pode ser observada na Figura 18a.

Figura 18a - Postagem no Facebook – Ciclo II



Fonte: Adaptada do Facebook.

Como visto na Figura 18a, no texto da postagem, a professora/pesquisadora expôs a sua inexperiência com o tipo de formação ofertada no ciclo de debates sobre nanotecnologia e justificou essa fragilidade para questionar se a atividade proporcionou

contribuições para melhor dimensionar a responsabilidade do futuro engenheiro. Novamente é possível perceber, pela Figura 18a, que todos os participantes visualizaram a postagem, mas que apenas um dos participantes mencionados na postagem “curtiu”.

Vinte e dois comentários foram gerados a partir da postagem da Figura 18a, dos quais cinco foram problematizações realizadas pela professora/pesquisadora. O participante P13 não fez comentário algum; P07 e P02 fizeram apenas um comentário e bastante conciso: P07 fez um comentário em resposta à provocação inicial da postagem e P02 comentou em resposta à segunda provocação realizada pela professora/pesquisadora. P08 não respondeu à provocação inicial da postagem, mas realizou um pequeno diálogo *on-line* com a professora/pesquisadora a partir de sua segunda problematização realizada em um comentário; o participante P05 apresentou comentários à primeira provocação da postagem e logo depois do diálogo *on-line* realizado entre a professora/pesquisadora e P08, dando indícios de que acompanhou a discussão. A última problematização realizada pela professora/pesquisadora ao participante P02 ficou sem resposta.

Em decorrência da extensão, mostra-se no ANEXO XIII o conjunto de comentários gerados pela postagem apresentada na Figura 18a. Isso foi feito para que os diálogos pudessem ser acompanhados exatamente na ordem em que aconteceram. Novamente, cabe pontuar que o conteúdo dos comentários para promover uma formação crítica acerca da relação entre ciência, tecnologia e sociedade não é o foco neste momento, outrossim apresentar o contexto que os gerou e possibilitou a dialogicidade tradutora.

O detalhamento apresentado das postagens mostradas nas figuras 16a, 17a e 18a demonstra que é possível obter a **colaboração/confiança** dos participantes, alunos dos cursos de engenharia, de diversas fases, expondo seus conhecimentos e pontos de vista na forma de comentários nos espaços sociais da Web 2.0. Mas isso não é uma tarefa fácil. A experiência relatada, das três postagens supracitadas, juntamente com os dados apresentados, sinalizam que uma relação aberta, que deixe muito claro aos sujeitos envolvidos as reais e concretas intenções é um pré-requisito fundamental, mas não é o suficiente para envolver os participantes em uma discussão coletiva em um *blog* ou em um grupo no Facebook, principalmente quando o foco é a problematização dos benefícios de uma tecnologia emergente, um aspecto da temática da nanotecnologia que não era de interesse dos participantes.

Entretanto, a relação de **confiança/colaboração** construída ao longo do ciclo de debates sobre a nanotecnologia levou alguns participantes, convictos de seus posicionamentos e conhecimentos, e que não tiveram receio da exposição perante o grupo – mesmo tendo findado o tempo oficial do Ciclo II da intervenção pedagógica –, a socializarem na forma de comentários escritos os seus pontos de vista sobre a *responsabilidade de um engenheiro* diante de uma tecnologia emergente.

No próximo item, os dados construídos analisados na categoria *consciência crítica acerca da relação entre ciência, tecnologia e sociedade*, ajudarão a compreender o alcance do Ciclo II da intervenção, bem como sinalizarão possíveis barreiras epistemológicas para a formação almejada para os cursos de engenharia.

## 7.2 A BUSCA POR UMA CONSCIÊNCIA CRÍTICA ACERCA DAS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Os fundamentos teóricos apresentados no capítulo I permitem definir uma *consciência crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade* como aquela que compreende a não neutralidade da ciência e da tecnologia e as suas implicações, que inclui nas reflexões para tomada de decisões em situações marcadas por ciência e tecnologia – além da eficiência técnica e dos valores econômicos – os valores humanos e ambientais, bem como problematiza a relação desenvolvimento científico-tecnológico e desenvolvimento humano.

Como já discutido nesta tese, o diálogo tradutor, estratégia pedagógica utilizada para promover uma consciência mais crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, tem como eixo central a problematização da *consciência primeira* trazida pelos alunos (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNANBUCO, 2011). Essa problematização se fundamenta em dois horizontes: valorizar o conhecimento trazido pelo aluno, mas também entender que esse conhecimento pode ser analisado como uma limitação na possibilidade de melhor compreender. Sendo assim, a análise da categoria *consciência crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade* tem início pela apresentação e discussão dos dados que permitiram: (i) apreender a *consciência primeira* dos sujeitos de pesquisa para que esta pudesse ser problematizada, com vistas a promover uma *consciência mais crítica* e (ii) identificar obstáculos para a constituição da *consciência crítica* almejada para os estudantes dos cursos de engenharia.

### 7.2.1 A *consciência primeira* dos sujeitos e os obstáculos para a constituição de uma *consciência mais crítica*

O trabalho do engenheiro é entendido como um procedimento exaustivo de maximizar ou minimizar variáveis, uma busca incessante de otimização alicerçada essencialmente na eficiência técnica, sendo essa a forma por meio da qual esses profissionais procuram traduzir os problemas da sociedade para resolvê-los (BAZZO e PEREIRA, 2006). Tal característica dos engenheiros ficou evidenciada logo no primeiro encontro presencial do ciclo de debates, ocasião em que os sujeitos manifestaram seu grande interesse pelas possibilidades de aplicação da nanotecnologia – enquanto uma tecnologia emergente – para reduzir custos e otimizar recursos, especialmente os ambientais, em nome da sustentabilidade. Isso pode ser verificado pelos trechos grifados nos comentários de P05, P03, P04 e P06:

*“[...] é bom para quem trabalha em hospital, o interessante é pra não sujar com sangue, iodo. Roupa de hospital é uma coisa que tem vida útil, não é igual a nossa, acho que são 50 lavagens e eles são obrigados a trocar, descartar a roupa. Então isso conseguiria às vezes **aumentar este ciclo ou aumentar a segurança** de não entrar alguma bactéria na roupa [...].” (P05-TG, grifos meus)*

*“[...] mas este líquido ali [...] o **produto 100% aplicado** [...] o gasto com consumo lá dentro vai **diminuir um monte**, a energia que pode ser usada também vai ser **muito mais intensificada**.” (P03-TG, grifos meus)*

*“Além de proteger, ela pode ser consumida, **dá mais durabilidade** no caso, por exemplo, uma banana se para ser consumida ela dura uma semana, ela **vai durar bem mais** por causa da película que vai proteger.” (P04-TG, grifos meus)*

*“É interessante porque hoje em dia, ainda mais se a gente pega coisas sem agrotóxico, **ela dura muito pouco, estraga muito rápido, perde muito rápido**. Então isso é interessante sim, esta conservação.” (P06-TG, grifo meu).*

Os comentários de P05 e P03 se referem à aplicação do vidro líquido, como detalhado no capítulo VI essa aplicação da nanotecnologia gerou uma discussão significativa sobre a nanotecnologia no primeiro encontro presencial do ciclo de debates. Além das possibilidades de aplicação, foi discutido que o custo do vidro líquido ainda estava muito alto, por ser um produto importado, e que, diante disso, a inviabilidade econômica poderia ser uma das principais barreiras para os produtos com nanotecnologia chegarem ao consumidor final no mercado nacional:

*P05: “É por aí, só que daí a gente viu, que este produto ia durar no mínimo, ele tem uma garantia de 5 anos e ele gastava por mês cerca de 6 mil reais em desmoldante. Então ele ficaria 5 anos sem usar desmoldante, ou seja, em um ano e meio o investimento seria pago.*

*Então assim, [...] aumenta um custo mais tem rentabilidade. Algumas aplicações não são viáveis”.(TG, grifo meu)*

*P06: “Eu acho que a grande dificuldade é conseguir trazer isso para o nosso dia a dia em termos de custo.”(TG, grifos meus)*

Contudo, como já mencionado na descrição da atividade II (item 6.2.1– capítulo VI), a questão do custo foi sinalizada como uma questão temporária, que dependia essencialmente da evolução nos processos de fabricação e desenvolvimento da nanotecnologia e das demandas de mercado.

Os comentários de P04 e P06 foram referentes à área de alimentos. Além da questão da otimização de variáveis colocada em negrito nos trechos apresentados, é possível observar que, assim como nos comentários de P05 e P03, a escala nanométrica foi vista apenas em seu aspecto positivo, ou seja, frutas – a exemplo da banana citada por P04 – poderiam ter maior tempo de conservação por meio da aplicação de uma película extremamente fina e comestível. Constata-se que, até então, não havia sido manifestada preocupação alguma por se estar lidando com algo tão pequeno ou numa escala de manipulação que ainda apresenta muitas incertezas (SANT’ANNA, FERREIRA e ALENCAR, 2013).

Os comentários apresentados foram realizados no primeiro encontro presencial do Ciclo II da intervenção pedagógica, o qual teve, entre os seus objetivos, estabelecer quais frentes seriam pesquisadas

sobre a nanotecnologia. A questão dos custos dos produtos no mercado nacional levou o grupo a elencar, como uma frente de pesquisa, a situação do desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil. Já a discussão sobre as possibilidades da aplicação da nanotecnologia na área de alimentos, levantadas por P04 e P06, levou P14 a chamar a atenção para a necessidade de se olhar, também, para possíveis impactos negativos da nanotecnologia para a saúde humana:

*“Eu acho assim tipo como a gente pode perceber a nanotecnologia está cada vez mais tomando conta da nossa vida, do nosso dia a dia. Enfim eu acho que uma coisa legal de se ver em relação a alimentos. Fazendo um certo apanhado ali, é o que a nanotecnologia influencia na nossa saúde. A gente passando a usar quase que diariamente qual seria, **o que a nanotecnologia traria para nossa saúde? Será que ela no futuro vai ser um perigo ou vai ser uma coisa realmente boa?** Porque a gente sabe conforme as coisas vão evoluindo elas também podem sair do controle. Então, por exemplo, na medicina esse negócio de trazer curas ou remédios mais eficazes, **enfim será que isso no futuro vai influenciar alguma coisa na nossa saúde? Essa coisa de acelerar processo essa coisa de proteger, enfim, será que isso vai ter alguma relação pra gente no futuro?** Com esta nanotecnologia em abundância no mundo assim é uma coisa também a se pensar [...]”(P14-TG, grifos meus)*

O comentário de P14, estudante da terceira fase de um dos cursos de engenharia, exemplifica uma visão que problematiza os impactos de uma tecnologia. Essa é uma visão, não hegemônica nos cursos de engenharia (BAZZO, 2011), que precisa ganhar força e justifica a necessidade de abrir espaços de discussão nesses cursos para que diferentes pontos de vista possam ser contrapostos, de forma a promover rupturas no paradigma dominante da área, pautado nos benefícios da eficiência técnica e nos valores econômicos (BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2008). Logo após o posicionamento de P14, a professora/pesquisadora provocou o grupo ao questionar se consideravam que a tecnologia só trazia benefícios:

*“Mas será que o que P14 tá falando em termos de grupo, ela está levantando outra perspectiva. Que pode ser assim, como é que está o estudo? Esse estudo de preocupação. Vocês acham que toda a tecnologia que temos hoje só trouxe benefícios?” (Professora/pesquisadora-TG)*

O contexto acabou por gerar um debate sobre os impactos de uma tecnologia para a sociedade. Nos trechos do diálogo apresentado a seguir, é possível identificar posições que menosprezam os malefícios da tecnologia em geral, em função de seus benefícios. Esse diálogo também demonstra a posição daqueles que ponderam frente a colocações extremistas:

**P03:** *“De uma forma ou outra a tecnologia só trouxe benefício” (TG, grifo meu)*

**P08:** *“Se tu olhar no ponto das tecnologias das armas, elas não trouxeram benefícios, porque faz um homem matar o outro [...]” (TG, grifo meu)*

**P03:** *“Mas qual foi o uso daquela tecnologia aplicada na arma que trouxe benefício [...] quando o soldado precisou identificar a posição que ele estava, ou localizar um grupo, com esta aplicação, que este exército sabia onde estava pra matar outra pessoa, é essa utilidade que está no GPS, que está em todos os celulares, eu localizo minha filha pelo GPS conectado ao celular dela. O uso maléfico da tecnologia causou um bem. Então tu tem que parar pra pensar o seguinte, toda tecnologia ela é bem aplicada.” (TG, grifo meu)*

**P09:** *“Tem que ver o mau pra surgir o bem, eu acho.” (TG, grifo meu)*

**P06:** *“Eu só acho que se formos para um caminho assim, é uma questão filosófica muito grande. Porque aí entra uso pro bem e pro mal. Tudo que tem, pode ser usado para o bem e para o mal. Mas assim, o que ela falou, em especial, é interessante. Porque assim ó, é realmente com dados técnicos e até quantitativos, qualitativo e quantitativo, que se pode ver os benefícios ou não que isso pode trazer pro ser humano, que na minha opinião ainda é o ponto central de*

*tudo. Tudo que fazemos é pra gente. ”(TG, grifos meus)*

[...]

**Professora/pesquisadora:** *“Eu acho que assim, a gente tem que olhar pra tudo de bom, mas como grupo de estudo e de pesquisa, temos que dar uma olhada nesta parte de como é que estão os estudos de impacto, eu acho. Dar uma mapeada.” (TG)*

**P14:** *“É um ponto que eu só acho que não pode faltar, não pode esquecer deste detalhe.” (TG, grifo meu)*

**P09:** *“Acho que já existe alguma coisa relacionada a isso. Eu vi numa revista lá, eu tava lendo que eles já se preocupam com esta parte da toxicidade dos nanomateriais, como é muito pequeno é até mais fácil de entrar nas células e tal, então já existe uma preocupação com isso, com este tipo de coisa sim.” (TG, grifo meu)*

A partir da discussão que provocou o diálogo apresentado anteriormente, os participantes começaram a tecer alguns questionamentos problematizando aspectos referentes à nanotecnologia:

*“Enfim esse negócio que a P14 coloca relacionado à saúde também. Se você vai ingerir algo, como a película da maçã pra proteger. Vai que isso gera uma doença, um câncer, que material estão utilizando?” (P01-TG)*

*“Só que ao mesmo tempo o que P14 quis dizer, isso começou acontecer em termos de estudo. Por exemplo, assim, [...] você está usando esta roupa e isso vai saindo aos poucos, vai liberando vai saindo e isso vai ficar na tua pele numa escala nano. Se você tiver algum tipo de rejeição a este produto, estamos numa escala tão pequena, isto pode às vezes acontecer, alergia alguma coisa.” (P05- TG)*

*“Então isso parece interessante sim, mas em algum momento isso pode estourar, pior, não é um tipo de pesquisa que se faz em pouco tempo. Isso é um tipo de pesquisa que demora muito, porque precisa do uso.” (P06-TG)*

Como já pontuado, os comentários trazidos até este ponto do texto advêm do primeiro encontro presencial do ciclo de debates sobre a nanotecnologia, nos quais foi possível identificar as concepções iniciais dos sujeitos de pesquisa. A visão hegemônica pautada na eficiência técnica, nos valores econômicos e, conseqüentemente, nos benefícios de uma tecnologia emergente estava fortemente representada. Entretanto, também foi possível identificar outras percepções que germinam nos cursos de engenharia e que, juntamente com as provocações da professora/pesquisadora, contribuíram para que o grupo definisse *os impactos negativos da nanotecnologia* como um dos itens da pauta de discussões do Ciclo II da intervenção pedagógica.

No que tange ainda à eficiência técnica, essa preocupação se apresentou com duas facetas. De um lado, instigava os sujeitos a pesquisarem os resultados acenados pelas possibilidades de aplicação da nanotecnologia e por eles se interessarem:

*“[...] não só no Brasil, mas em outros países, a forma como é gerenciado a nossa energia pelas hidrelétricas e tudo o mais , acho que não compensa muito, de certa forma por não ser fonte renovável e tudo o mais. **Já a nanotecnologia é muito mais eficaz,** e vai para a parte de poluição e tudo o mais, claro sem descartar os custos.” (P02- TG, grifo meu)*

*“Já eu penso tecnologia aplicada na casa, a automação da casa, os sensores capturem todo o tipo de recurso que tem fora, por exemplo, luz solar seria interessante para iluminar dentro de casa, quando a janela abre, quando fecha. Se tiver chuva como é que as janelas vão fechar sozinhas pra não molhar o ambiente interno. **Então eu posso aplicar ideias nanotecnológicas pra este tipo de coisa.**” (P03-TG, grifo meu)*

É possível constatar, nos comentários de P02 e P03, como a relação eficiência técnica e sustentabilidade anunciada pela nanotecnologia cativava os participantes do ciclo de debates. Contudo, esse foco, de certa forma, os afastava ou impedia de perceberem e/ou aprofundarem as suas pesquisas em relação a outros aspectos relevantes da nanotecnologia, que permitiriam uma visão mais crítica acerca do tema. Isso pode ser verificado nos comentários de P05 e P14:

*“[...] estou lendo este livro aqui e uma coisa que eles falam da nanotecnologia é que não tem essa, esse estudo sobre aplicação de todas as nanotecnologias já existentes. **Então talvez a gente possa contribuir nisso. Poder quantificar isso. A Led quanto dá para economizar, a tinta, quanto vai economizar de água, de energia [...]**” (P05-TG, grifos meus)*

*“A gente foi atrás de alguma desvantagem pra este produto, não achamos. Mas aí procurando e entrando nos sites a gente chegou num blog onde tem bastante discussão sobre esse assunto e **uma coisa que chamou atenção é que um dos comentários do blog falava o seguinte: ‘que diversos artigos dos Estados Unidos desmentem a validade da tinta isolante’** Então eles relatam que nenhum fabricante apresenta certificado apesar de lá no site da empresa dizer que tem uma certificação **então teria que dar uma olhada.**” (P06-TG, grifos meus)*

Os trechos colocados em negrito nos comentários de P05 e P06 ressaltam a forma como foram direcionadas e interpretadas as informações e ponderações encontradas nas pesquisas dos participantes e que está em consonância com o paradigma dominante da área da engenharia. Por exemplo, em um trecho do comentário de P05 – “não existem estudos de aplicações da nanotecnologia” –, nota-se que esse participante não pergunta o porquê disso, mas vislumbra uma possível contribuição para tais estudos ao levantar dados técnicos e quantitativos sobre as aplicações da nanotecnologia. No caso de P06, afirma não ter encontrado desvantagem alguma para a tinta à base de nanotecnologia, e sua atenção se volta para problemas técnicos acenados em uma discussão em um *blog*.

É relevante pontuar que a grande maioria das informações sobre a nanotecnologia, em especial as aplicações, foi e é extraída pelos sujeitos de pesquisa em páginas da Web sobre a temática. Nesse sentido, se faz necessário lembrar que a navegação na Web é guiada pelos interesses de seus usuários, que os resultados das pesquisas, de certa forma, se moldam a esses interesses (JENKINS, GREEN e FORB, 2014) e que os participantes não estavam interessados nos aspectos negativos da nanotecnologia. Essa realidade, somada à lógica mercadológica da Web

2.0 (PRIMO, 2006), acarreta sérias implicações para a visão de uma tecnologia emergente construída por alunos dos cursos de engenharia. O comentário de P06 mostrado anteriormente é um exemplo de pesquisas realizadas pelos participantes em páginas e sítios da Web 2.0, guiadas pela eficiência técnica e pelos valores econômicos que atualmente procuram cada vez mais estar em consonância com as prerrogativas da necessária busca pela sustentabilidade.

Diante do exposto, é perceptível a necessidade de provocar os participantes do ciclo de debates e de aproveitar cada oportunidade trazida por eles para instigá-los a olhar para a outra face de uma tecnologia em desenvolvimento. Nesse ínterim, a visão salvacionista da ciência e da tecnologia – pautada na crença de que os conhecimentos científicos, no presente ou no futuro, resolverão qualquer problema existente (AULER E DELIZOICOV, 2001) – se mostrou como um obstáculo para o alcance de uma reflexão mais crítica. Essa visão foi manifestada inicialmente por P12 – na atividade de recuperação de uma falta a um dos encontros presenciais, descrita no Contexto B do item 7.1.2 –, quando esse participante foi colocado à frente de propriedades das nanopartículas que sinalizam riscos para saúde e para o meio ambiente e de explicações que pontuam a falta do domínio que ainda se tem do mundo nano. Nessa oportunidade, P12 reconheceu os obstáculos para a aplicação da nanotecnologia, mas sinalizou sua credibilidade na capacidade da ciência para resolver problemas futuros:

*“Um ponto de vista certamente interessante. Mas como colocado no meu comentário, com o estudo podemos aproveitar estas novas propriedades. Entendo que de fato a ideia de nosso corpo não dispor de defesa para estas partículas é um tanto assustador, **mas ainda acredito que com o estudo das nanopartículas estes problemas podem ser resolvidos e não acredito que vai demorar muito.**”(P12- CB, grifo meu)*

Não há surpresa alguma no fato de que os engenheiros demonstrem sua credibilidade na capacidade da tecnologia de resolver muitos dos problemas da sociedade, pois, afinal, essa é a essência de seu ofício. Contudo, como discutido no item 4.1 (capítulo IV), a nanotecnologia – um exemplo da tecnociência – emerge num contexto de desenvolvimento da ciência e da tecnologia que tem transformado a natureza e a sociedade num vasto campo experimental (BENSAUDE-

VICENT, 2013). Estudos, como os da Rede Renanossoma, têm demonstrado que os conhecimentos sobre as nanopartículas apresentam controvérsias sociocientíficas e, portanto, não respaldam com segurança todas as possibilidades de aplicações; são muitas as incertezas quanto aos impactos à saúde humana e ao meio ambiente (SANT'ANNA, FERREIRA e ALENCAR, 2013). No entanto, parafraseando Kelly (2012), os produtos com nanotecnologia já estão na esteira de testes, já estão no mercado mundial.

Sendo assim, urge que os engenheiros cada vez mais conheçam o contexto que envolve o desenvolvimento do conhecimento científico contemporâneo e que tenham consciência das implicações de um regime de produção de conhecimento científico que integra fortemente a lógica empresarial e a capacitação de recursos para o desenvolvimento de pesquisas (BENSAUD-VINCENT, 2013). Esse foi um dos objetivos de se levar à discussão uma tecnologia emergente como a nanotecnologia para os cursos de engenharia, ou seja, perceber e problematizar a não neutralidade da ciência e da tecnologia (*Fator e circunstância "a<sub>1</sub>"*, Figura 3, capítulo IV).

Entretanto, desmistificar a crença no poder da ciência e a certeza de que os problemas causados por uma tecnologia poderão ser resolvidos pelo aprimoramento dessa tecnologia ou por novas tecnologias (BAZZO, 2011) ainda é um desafio nos cursos de engenharia. Essa percepção é ratificada pelos comentários de sete sujeitos:

*“Com certeza, haverá problemas, **mas tenho certeza que serão solucionados**, pois a tecnologia tá muito avançada, e quando for aplicado em escala maior e para diferentes continentes irão aparecer os problemas e assim poderão ser solucionados.” (P08-CB, grifo meu)*

*“Com a tecnologia já existente acredito que será possível reverter os problemas.” (P11-CB)*

*“Acredito que sim, com estudos e testes a tecnologia vem melhorando [...]” (P04-CB)*

*“Creio que sim, o nanofiltro já é um produto muito bem desenvolvido, tanto que atualmente não foi encontrado algum problema grave, os **problemas são vistos como futuros, pois a princípio, ele funciona muito bem.**” (P05-CB, grifo meu)*

*“Acredito que se houverem problemas com a utilização de nano filtros a própria nano tecnologia poderá solucionar. Se pensarmos que algo pequeno só pode ser consertado por algo pequeno ou menor que o mesmo, então a nano será o problema e a solução do futuro!” (P14-CB, grifo meu)*

*“Com certeza será possível e serão solucionados, este é um aparelho que trará solução a um problema que não é novo e que não há como se livrar simplesmente deixando de lado e ignorando este elemento, e portanto é de extrema importância que estes problemas sejam solucionados (se eles existirem).” (P12-CB, grifo meu)*

*“Acredito que se houverem problemas, eles com certeza poderão ser solucionados.” (P09-CB)*

Os comentários apresentados anteriormente foram em resposta ao terceiro questionamento realizado na Indagação 3 (ANEXO XI), o qual constituiu parte da avaliação final do ciclo de debates sobre a nanotecnologia. Pondera-se que os participantes até reconheceram que problemas poderão surgir com a utilização do nanofiltro – uma aplicação da nanotecnologia –, mas não têm a menor dúvida de que a solução será encontrada com os avanços da ciência e da tecnologia. Para P08, P11, P04, P05, P14, P12 e P09, a discussão sobre um tema polêmico e que apresenta controvérsias sociocientíficas (*Fator e circunstância* “a<sub>6</sub>”, Figura 3, capítulo IV) não foi suficiente para desestabilizar a perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia.

Quando perguntado diretamente aos integrantes do ciclo de debates se acreditavam que a nanotecnologia poderia ser a solução para o problema da água potável do mundo (questionamento 4 da Indagação 3 – ANEXO XII), P12 respondeu:

*“Partindo do principio de que nada se cria, nada se destrói, nós nunca tivemos "falta de água". Acredito que sim, pois se até mesmo a água mais turva **pode ser em segundos tratada** esperamos avanços imensos<sup>45</sup>. **Hoje um problema é que***

---

<sup>45</sup> Na atividade II do item 6.2.3, descreveu-se o vídeo que mostra como o nanofiltro funciona. A água retirada de uma poça de água da rua ou mesmo de um rio poluído, onde os haitianos se banham e lavam suas roupas, é colocada no

*embora a água seja tratada nós sabemos que ela nunca atinge 100% de pureza, e se as nanopartículas conseguirem agir de tal forma a atingir os 0,001% que não conseguimos tratar, teríamos um extraordinário avanço. Portanto esta tecnologia não é uma salvadora somente para algumas regiões do planeta mas para o planeta em geral.” (P12-CB, grifos meus)*

Destaca-se o comentário de P12, pois esse participante exemplifica uma visão de uma tecnologia emergente em consonância com os tecnófilos (POSTMAN, 1994), aqueles que valorizam extremamente os benefícios das tecnologias e não imaginam, e até mesmo menosprezam o que elas poderão desfazer. Além disso, a visão de P12 está em conformidade com duas ideias que, segundo Auler e Delizoicov (2001), estão presentes na compreensão da grande maioria das pessoas, ou seja, ciência e tecnologia conduzem inevitavelmente ao progresso e são sempre criadas para tornar a vida humana mais fácil. Como discutido no capítulo II, a perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia, evidenciada nos comentários de alguns participantes, se assemelha a um mito, pois, em diversos contextos, está fora do alcance de reflexões mais críticas (AULER e DELIZOICOV, 2001).

Cabe lembrar que se organizou a proposta do ciclo de debates da nanotecnologia para 40 horas, das quais 20 encontravam-se distribuídas em cinco encontros presenciais de 4 horas e 20 horas reservaram-se para pesquisas e interações *on-line*. Certamente, um tempo insuficiente para o total alcance da formação almejada para os cursos de engenharia. Além disso, levou-se a proposta ao grupo de participantes de forma aberta, ou seja, os tópicos sobre a nanotecnologia discutidos no ciclo de debates não foram elencados *a priori* pela professora/pesquisadora e, como consequência, as problematizações foram construídas e realizadas a partir da **colaboração/confiança** dos sujeitos de pesquisa. Sendo assim, se fez a organização da análise e dos dados apresentados no próximo item para responder ao seguinte questionamento: Afinal, é possível evidenciar alguma contribuição do Ciclo II da intervenção pedagógica para promover uma consciência mais crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade?

---

nanofiltro portátil e, em poucos segundos, é possível obter um copo com água límpida e, aparentemente, totalmente potável.

## 7.2.2 Traços de uma *consciência crítica* acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade

Para identificar, no *corpus* de dados, como ou se uma *consciência crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade* foi manifestada pelos participantes do Ciclo II da intervenção pedagógica – sujeitos da presente pesquisa – inicialmente elencaram-se os indicadores apresentados no Quadro 17.

Quadro 17 - *Consciência crítica* acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade

<b>Indicadores</b>
Considera para tomada de decisões em questões marcadas por ciência e tecnologia, além da eficiência técnica e dos valores econômicos, os valores humanos e ambientais.
Percebe e problematiza as implicações e consequências da não neutralidade da ciência e da tecnologia.
Considera que podem existir problemas decorrentes da ciência e da tecnologia e que estes poderão não ser resolvidos com mais ciência e mais tecnologia.
Problematiza a compreensão do desenvolvimento social e humano como consequência de inovações tecnológicas.
Realiza inferências no que tange às relações entre ciência, tecnologia e sociedade, a partir da apropriação de conhecimentos sistematizados a respeito de uma temática marcada por ciência e tecnologia.

Fonte: Organizado pela autora com base nos fundamentos teóricos apresentados no capítulo I.

Como visto no capítulo VI e no item 7.1, o interesse expressivo dos participantes era pelas aplicações da nanotecnologia. Isso fez com que a problematização dos impactos de uma tecnologia em desenvolvimento se tornasse o foco principal da ação dialógica e problematizadora realizada no Ciclo II da intervenção pedagógica. Em síntese, três estratégias ancoraram as ações da professora/pesquisadora: (i) a problematização indireta proporcionada pelas postagens nos espaços sociais da Web 2.0 – uma “outra forma de estar junto” (BARBERO, 2014); (ii) o esclarecimento sobre a dimensão da escala nanométrica e as propriedades das nanopartículas, na perspectiva de que a apropriação de conhecimentos já sistematizados (científicos) pudesse contribuir para uma visão mais crítica e ampliada do tema (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNANBUCO, 2011); e (iii) um exemplo de uma tecnologia já aplicada, por meio do qual se mostraram os seus benefícios e impactos negativos – o caso da dessalinização da

água na Austrália (atividade I, Quadro 12, item 6.2.3) – na expectativa de promover discussões sobre as possibilidades de impactos negativos de uma tecnologia emergente, a exemplo dos entricheiramentos tecnológicos (BAZZO, LISINGEN e PEREIRA, 2003).

Sendo assim, organizaram-se os itens a seguir para sinalizar as contribuições do Ciclo II da intervenção pedagógica – dentro do que foi possível realizar a partir da **colaboração/confiança** dos participantes/sujeitos da pesquisa – balizadas pelos indicadores do Quadro 17.

### 7.2.2.1 O reconhecimento dos impactos de uma tecnologia a partir da apropriação de conhecimentos sistematizados

Como já colocado, 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. Alguns comentários trazidos a seguir demonstram que isso realmente aconteceu:

*“[...] estamos falando de **uma partícula extremamente minúscula, altamente reativa que pode causar problemas irreversíveis na saúde humana.**” (P13- CB, grifos meus)*

*“É algo novo, que estamos consumindo! Sem dúvida pode gerar problemas. Agora se pode ser solucionado eu não sei, porque a tecnologia está avançada pode reverter isso. **Mas o que poderia reverter nanopartículas?! [...]** Os produtos que utilizam nanotecnologia vem ser extremamente analisados [...]. As nanopartículas podem entrar no corpo humano via os aparelhos digestivo, respiratório ou pela derme. Uma vez no organismo, as nanopartículas se deslocam por órgãos e tecidos até no cérebro e criam riscos para a saúde (como, exemplo, os vapores de polímeros que causam danos aos pulmões). Uma vez que produzidas ou liberadas esses resíduos trariam um grande problema, **pois gerariam resíduos de combustão suspensos no ar, impactos ambientais e sociais seriam problemas a serem enfrentados.**” (P01-CB, grifos meus)*

Os trechos dos comentários de P13 e P01 possibilitam perceber que eles realizam suas inferências sobre os impactos da nanotecnologia, ora fazendo referência ao tamanho das nanopartículas, as quais não encontram barreiras em nosso organismo, ora fazendo menção à propriedade reativa de elementos químicos na escala nano ou ainda na escala atômica. Além disso, P13 e P01 sinalizam que os problemas trazidos pelas nanopartículas poderão ser irreversíveis e, nesse sentido, a sequência do comentário de P13 merece destaque:

*“Neste caso a resposta poderia ser “não usar mais a tecnologia”(P13-CB, grifo do participante).*

Ressalta-se o trecho do comentário de P13 porque esse participante coloca que, diante da probabilidade de os possíveis problemas serem irreversíveis, o melhor seria não usar a tecnologia. Esse não foi um posicionamento dominante no grupo. Vários participantes sinalizaram que, para monitorar as possibilidades de impactos negativos das nanopartículas, testes e sistemas de controles deveriam ser utilizados, tanto para tentar evitar problemas futuros, caso realmente existam, quanto para dimensionar se determinada aplicação da nanotecnologia poderia ser realizada em grande escala. A necessidade de testes e de sistemas de controle foi colocada pelos participantes de forma mais explícita ao responderem à Indagação 3 (ANEXO XI), como pode ser verificado nos comentários de P02 e P14:

*“Problemas que possivelmente ocorrem na utilização dos nanofiltros, poderão como não poderão ser solucionados, dependendo da natureza do possível problema: problemas isolados de saúde não levariam a uma revisão de análise do produto, acredito eu. O contrário(problemas amplos de saúde), aí sim! Como é tecnologia nova e precisa de muitos cuidados, desde o desenvolvimento da mesma, até o consumo: seria ótimo ter um controle dos locais onde os nanofiltros serão implementados.”(P02-CB, grifo meu)*

*“Acredito que a adoção de uma nova tecnologia requer estudo para compreender o funcionamento e a natureza do mesmo. No início dificilmente*

*saberemos como nos adaptaremos a essa tecnologia em relação ao tempo, e o efeito dela sobre nós. **Podemos nos tornar dependentes (contribuindo para nossa sedentariedade), alérgicos (exemplo: câncer), desenvolvimento de outros sentidos (melhoras de outros campos mentais ou físicos do ser humano), entre outros. De início não podemos prever os impactos, em nós e na própria inovação, é um salto no escuro! [...] Podemos traçar um caminho e probabilizar os efeitos, mas nunca teremos 100% de certeza de nada, sempre haverá uma incógnita, por mais que mínima pode alterar algo. Devemos sim adotar a tecnologia, o importante é que devemos manter uma parte dos riscos com um certo controle, prever um pouco o que pode acontecer. (P14-CB, grifos meus)***

Os posicionamentos de P02 e P14, trazidos no comentários anteriores, demonstram que esses participantes, assim como outros, reconhecem que a nanotecnologia pode causar problemas e até mesmo situações de entricheiramento tecnológico, como sinalizado por P14, quando fez referência à dependência que pode ser causada. Mas o que merece ser destacado nesses comentários é o fato de os participantes manifestarem ou reconhecerem que nem todos os riscos poderão ser previstos no início da implementação de uma nova tecnologia; mas, mesmo assim, sinalizaram que deve ser implementada, desde que monitorada, para ao menos amenizar os seus impactos. P02 e P14 também deixam transparecer, de certa forma, que concordam com o ponto de vista de que há necessidade do uso de cobaias humanas desde que estas sejam beneficiadas por conta de situações extremas, como no caso dos haitianos com a utilização do nanofiltro, o mesmo ocorrendo com a possibilidade de danos irreversíveis ao meio ambiente em nome do desenvolvimento científico e tecnológico, de certa forma desconsiderando o quadro inconcluso e as controvérsias sociocientíficas que envolvem o conhecimento científico que sustenta a nanotecnologia.

Os posicionamentos de P02 e P14 remetem aos escritos de Kelly (2012) trazidos no item 4.1 do capítulo IV. Para esse autor, a evolução de uma tecnologia é inevitável, sendo impossível banir uma inovação tecnológica por conta da impossibilidade de dimensionar todos os seus riscos. Sendo assim, defende que a única maneira confiável de avaliar determinada tecnologia é fazer testes reais de utilização, acompanhados

de sistemas de controle. Kelly também argumenta que, em se tratando de uma tecnologia testada logo depois de nascer, na maioria dos casos, os problemas subsequentes advêm de efeitos inesperados e que quase nunca são identificados pelas previsões e experimentos de laboratório. É o salto no escuro sinalizado por P14. Diante dessa realidade, o caminho seria investir, em paralelo ao desenvolvimento de uma nova tecnologia, em sistemas de controle que pudessem ser potencializados pelos atuais recursos tecnológicos (KELLY, 2012).

Talvez reconhecer a necessidade de investimento pesado em sistemas de controle seja um primeiro passo para desestabilizar uma visão que parece estar consolidada na sociedade, isto é, em nome da inovação tecnológica, do progresso da ciência e da tecnologia, o ser humano se conforma cada vez mais com o uso de cobaias humanas e com problemas irreparáveis que os testes podem trazer ao meio ambiente. Contudo, é urgente o despertar para o fato de que, na sociedade contemporânea, cada indivíduo tem se tornado, cada vez mais, uma cobaia em potencial. Cada um que se utiliza de uma inovação tecnológica, que adquire um novo produto sem questionar, sem compreender e sem exigir da comunidade científica explicações sobre a ciência e a tecnologia do tempo em que vive, se sujeita inevitavelmente a ser uma cobaia. No mundo contemporâneo, o sonambulismo tecnológico (WINNER, 1987) dos indivíduos, entendido como a aceitação acrítica dos avanços tecnológicos, os tem excluído das decisões que envolvem o seu destino e o do planeta em que vivem.

Nesse ínterim, as reflexões do participante P05 – socializadas no último encontro presencial do ciclo de debates quando, entre outras atividades descritas no item 6.2.4 do capítulo VI, a professora/pesquisadora fez uma espécie de *cheque list* das referências e dos sítios citados e/ou utilizados para as pesquisas por todo o grupo sobre a nanotecnologia, tanto em relação aos aspectos positivos quanto aos aspectos negativos – merecem destaque:

*“[...] eu imagino que o engenheiro que aprovou, o ambiental, ou seja qual for, o químico, ao mesmo tempo ele não conhece ainda isso pra saber se é ou não. E em nenhum momento houve um questionamento maior sobre isso que a gente está debatendo. [...] Não teve um engenheiro ambiental que perguntou, tá mas, e os resíduos disso? O que é que eu faço? O que pode acontecer? Isso que a gente debate aqui. O que fazer com os resíduos, a embalagem, se eu posso*

*jogar em lixo normal, em qualquer lugar. Não teve nada disso. Então ao mesmo tempo nem os engenheiros, assim hoje, sabem analisar a nanotecnologia. Se nem o pessoal da nanotecnologia sabe dar uma resposta exata ainda né, então eu parei pra pensar e achei bem interessante, assim ...” (P05-TG, grifos meus)*

O comentário a seguir, realizado por P05 no grupo do Facebook, a partir da postagem exposta na Figura 18a do item 7.1.2.2, quando a professora/pesquisadora fez uma tentativa de prolongar o tempo do ciclo de debates com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0, complementa a reflexão colocada na fala mostrada anteriormente:

*“Para pontuar um pouco mais, sobre esses impactos que não tinha me dado conta, são os casos ambientais, os efeitos a larga escala no meio ambiente, com o descarte, com possíveis contaminações de solo, lençol freático, entre outros, efeitos a saúde, e caso fosse prejudicial, e talvez não teríamos nem como combater essas substâncias nano [...].”(P05-CF após término do tempo regular - 40h do ciclo de debates)*

É possível perceber, nos comentários apresentados, que o participante começa a se dar conta do quão pequeno é o mundo nano e que talvez os problemas acarretados pelas nanopartículas possam ser irreparáveis.

#### 7.2.2.2 A percepção da não neutralidade da ciência e da tecnologia

A percepção da neutralidade da ciência e da tecnologia 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. Entre o intervalo do primeiro e do segundo encontro presencial do ciclo de debates, P06 fez uma postagem no *blog* com o seguinte título: *Tendências da regulamentação global da nanotecnologia: A ação recíproca Público-Privado*<sup>46</sup>. A postagem trazia o resumo e o *link* de acesso de um artigo internacional que, a partir de dados empíricos, sinalizava que a regulamentação dos produtos

<sup>46</sup> [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2500240](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2500240)

com nanotecnologia estava, em grande parte, a cargo de instituições ou empresas privadas.

Discutir os desafios enfrentados para a regulamentação de produtos com nanotecnologia seria uma oportunidade de provocar reflexões sobre a construção social da ciência e da tecnologia. Isso aconteceu no segundo encontro presencial quando a professora/pesquisadora associou o interesse dos participantes em verificar quais eram os entraves para que os produtos com nanotecnologia chegassem ao consumidor final, com a postagem mencionada anteriormente sobre a regulamentação, mostrada no trecho do diálogo a seguir:

*professora/pesquisadora: “[...] mas a gente tem que ver quais são as limitações de implementação [...] e neste sentido P06 trouxe aquela postagem sobre... me ajuda P06 ...” (TG)*

*P06: “Regulação.” (TG)*

*professora/pesquisadora: “Regulação ou regulamentação, né. E quem está investindo? Quem tá dominando isso? São as empresas privadas. Por quê? [...] Tem o lado bom e o lado ruim disso estar privatizado e de serem as empresas. [...] É pra gente olhar, sempre olhar as duas frentes.” (TG)*

*P06: “É que na verdade num primeiro momento, pelo menos uma concepção ingênua da situação, essa regulação deveria ser do governo? Né, já pensando em todos estes prós e contras que a implantação disso vai trazer. Parte das empresas privadas, claro! Eles têm recursos pra isso, o governo não tem o recurso.” (TG)*  
[...]

*P07: “É que pro governo é mais interessante o produto final e não começar as pesquisas, já pra empresa como cada empresa tem a sua usualidade particular, pra eles é interessante começar desde o início do processo, no que vai ser desenvolvido, pra qual área da nano [...].” (TG)*

*P06: “Não, mas a discussão é, como não existe esta regulação, pode ir por caminhos que sejam do interesse das empresas. Então, mas na verdade eu não sei se isso se encaixaria aqui, se entraria no nosso estudo, se nós fossemos da área do*

*direito, né?. [...] talvez saber o que tem de regulação, regulamentação, nessa área né. Pra gente saber, mas enfim, não sei se a gente iria se aprofundar nisso. (TG)*

**professora/pesquisadora:** *“Não aprofundar, mas ver [...]. Porque, se a gente tem interesse em como o produto final tá chegando na mão do consumidor, eu acho que passa por isso também. Que caminho que as indústrias estão seguindo? Que caminhos que elas estão usando pra regulamentar isso e fazer chegar na mão do consumidor?”(TG).*

Nos fragmentos do diálogo apresentados sobre a regulamentação de produtos com nanotecnologia, é possível identificar que P07 e P06 percebem meandros sociais que envolvem a questão da regulamentação, visto que sinalizam que o domínio do processo de regulamentação está nas mãos de empresas privadas, primeiro porque o governo não tem recursos para investir no estudo da regulamentação, como comentado por P06, ou conforme comentário de P07, porque, para o governo, é mais interessante o produto final e não investir em pesquisas ou estudos que respaldariam a regulamentação. Contudo, P06 coloca que talvez a regulamentação não fosse pertinente para o grupo, pois o tema passa por questões legais que pertencem à área do direito, e não da engenharia.

Após o diálogo sobre a regulamentação, apresentado anteriormente, a discussão do segundo encontro presencial continuou por outros caminhos: os participantes sinalizaram outros interesses de pesquisa e estes também foram debatidos. Como visto no capítulo VI, um dos objetivos do segundo encontro presencial era definir os temas da nanotecnologia que seriam discutidos e pesquisados pelo grupo. Nessa ocasião, todos os participantes tinham acesso à Internet, e suas pesquisas na Web também alimentaram a discussão. Num dado momento, P05 mencionou novamente a questão da regulamentação, como pode ser visto no trecho do diálogo a seguir:

**P05:** *“Tem um site aqui, que eles tiveram a mesma ideia da professora. E até coloquei no face, se chama nano lei, um pouco da coisa do direito.*

**professora/pesquisadora:** *“regulamentação?”*

**P05:** *“É, da regulamentação.”*

*professora/pesquisadora: a regulamentação talvez pode ser uma frente, se vocês passarem por algo nos estudos de vocês tragam pra cá.”*

*P05: “Não precisa ser tão específico né, por que não somos desta parte, mas acho que vale a pena colocar. Aqui é de 2013, eu acredito que agora 2015 deve ter saído alguma coisa mais. Mas este site tem bastante informação, legal este blog, até tem umas coisas que eles mandaram diretamente pra ANVISA, tem respostas.”*

Nos encontros presenciais, não houve outra oportunidade para uma discussão específica sobre a regulamentação, além do diálogo cujos trechos foram apresentados. De outra parte, conforme mostrado no Quadro 15 (item 7.1.1), ao todo foram realizadas seis postagens relacionadas à regulamentação de produtos com nanotecnologia, sendo duas dos participantes e quatro da professora/pesquisadora. Apenas duas dessas postagens foram realizadas no Facebook; as demais foram realizadas no *blog*. Isso demonstra que a regulamentação dos produtos com a nanotecnologia não foi um foco de interesse dos participantes em suas pesquisas. Entretanto, os participantes P06, P05 e P07, que participaram da discussão sobre a regulamentação, nos comentários a seguir, dão sinais de que a aproximação dessa temática proporcionou uma visão mais ampliada da relação da nanotecnologia com a sociedade:

*“Impactos diretos na regulamentação porque na verdade até pra poder usar. Tem produto que deveria ter uma regulamentação, que dissesse o que pode e o que não pode. Só que às vezes não é interesse da empresa trazer isso, porque pode trazer problemas que acabaria, colocaria o produto fora do mercado. Acho que não divulgam isso pra não chamar atenção para os problemas, porque se não tivesse problema nenhum não teria problema divulgar, então esta é a questão.”(P06-TG)*

*“Há outros pontos que meu senso crítico como engenheiro nunca tinha sido despertado, e inocentemente, acreditava como grande parte da população acho que mundial, QUE SE CERTO PRODUTO ESTÁ NAS PRATELEIRAS, É PORQUE ELE FOI DEVIDAMENTE TESTADO E NÃO FAZ MAL AOS USUÁRIOS. Então os*

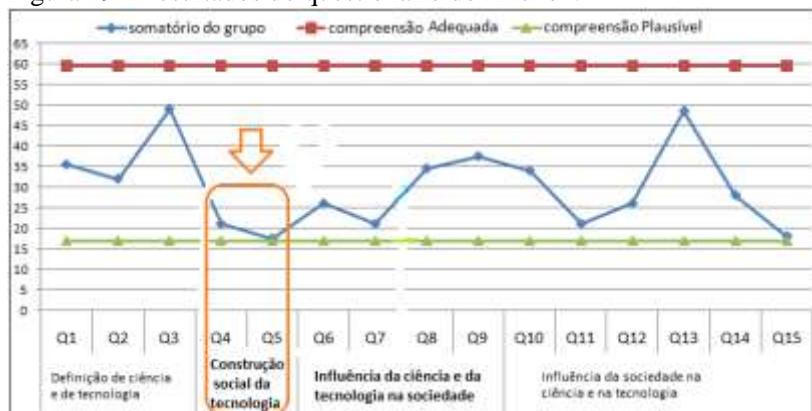
*engenheiros não tem a responsabilidade por criar o material, mas sim, na sua implantação, em qualquer empresa.”(P05-CF, grifos do participante).*

*“[...] mesmo com meu básico conhecimento, nunca tinha pensado em regulamentações sobre nanotecnologia.” (P07-RQ)*

Os comentários expostos permitem aferir que, a partir da participação no Ciclo II da intervenção pedagógica, os participantes P06, P05 e P07 passaram a perceber, como diria Kelly (2012), que os produtos com nanotecnologia já estão na esteira da sociedade, ou seja, começaram a fazer as primeiras reflexões, ao se darem conta de que a corrida desenfreada pelas inovações tecnológicas, associada às pesquisas científicas patrocinadas por empresas privadas, tem feito da sociedade e do planeta um grande laboratório (BENSAUD-VINCENT, 2013). A ciência e a tecnologia do tempo atual estão ainda mais ousadas, e essa ousadia exige a compreensão de todos os cidadãos da necessidade de entender, cada vez mais, os meandros que envolvem o desenvolvimento científico e tecnológico que invade o mundo moderno e o seu cotidiano, como também que essa compreensão conduza a ações que permitam que as pessoas participem da escolha do modelo da sociedade em que querem viver.

Outra oportunidade de reflexão sobre a ciência e a tecnologia como constructos sociais se deu por meio da discussão sobre os resultados obtidos em resposta a duas questões do questionário *Qualidade da relação entre ciência, tecnologia e sociedade* (ANEXO VI), cujos resultados são destacados no gráfico da Figura 19.

Figura 19 - Resultados do questionário do Anexo VI



Fonte: Organizada pela autora.

Como colocado no capítulo VI, usou-se o questionário que se encontra no ANEXO VI como um instrumento pedagógico para socializar aos participantes o objetivo da professora/pesquisadora com a oferta do ciclo de debates sobre a nanotecnologia para os cursos de engenharia. Mostrou-se o gráfico da Figura 19 aos participantes - juntamente com os resultados de cada uma das questões, os quais ficaram mais próximos da linha de *compreensão Plausível*, segundo parâmetros dos autores do questionário - e com eles se estabeleceu uma discussão a respeito da temática no segundo encontro presencial. Como visto no Quadro 14 do item 6.2.1, as questões Q4 e Q5 tinham como objetivo verificar a compreensão da *construção social da tecnologia* e, como pode ser verificado no ANEXO VI, essas questões faziam as problematizações respectivamente: (i) *A decisão de usar uma tecnologia depende do que os cientistas ou especialistas foram capazes de explicar por que ela funciona?* e (ii) *O desenvolvimento tecnológico pode ser controlado por cidadãos?*

Todas as questões do questionário do ANEXO VI eram de múltipla escolha, e os fragmentos das falas dos participantes, apresentados a seguir, advêm do diálogo gerado a partir da discussão sobre os resultados das respostas dos participantes ao responderem ao questionário e dos conteúdos de cada uma das alternativas da Q4 e da Q5 ressaltadas na Figura 19:

*P07: Não sei mas, talvez, é algo muito egocêntrico, como se o cientista e a empresa fosse*

*dono do conhecimento e a população não teria como opinar se tem algo contra.” (TG).*

[...]

**P03:** *Mas é que, assim ó, o cidadão não abre mais o celular desse aqui. Mudou muito em comparação quando tu mexia e abria, e via como funcionava. Mas hoje o grande grupo decide este celular em tudo, é uma tendência isso. Os carros agora estão mais econômicos porque a população quer isso, a população em si, de modo geral, o mundo precisa de carros sustentáveis a ideia é ter que entrar nas entranhas do produto pra decidir o que os cientistas vão produzir não é mais tão eficaz, quanto, eu quero que agora a tela seja tuti que esse meu aqui não serve acho que é isso.” (TG, grifo meu).*

Nesse trecho inicial do diálogo, tem-se que a discussão girou em torno da centralização da decisão de uma tecnologia estar na mão de cientistas e/ou especialistas. No comentário de P07, nota-se certo incômodo com essa possibilidade, ou seja, esse participante apresenta, em sua fala, traços de um distanciamento do *mito da superioridade de modelos de decisões tecnocráticas* (AULER e DELIZOICOV, 2001), no qual o conhecimento do cientista ou do especialista é tomado como suficiente e soberano para a tomada de decisão em situações marcadas por ciência e tecnologia. Já P03 sinaliza entender que a centralização do poder de decisão estar na mão de cientistas e/ou especialista, o que ele de chama de “grande grupo”, é uma tendência dos novos tempos. Ainda da fala de P03 abstrai-se o entendimento de que, na atualidade, mais importante do que compreender a ciência e a tecnologia contemporânea, é o cidadão deixar claro ao “grande grupo” suas necessidades ou até seus desejos de consumo, pois esses desejos serão ouvidos e incorporados às inovações tecnológicas. Essa percepção é ratificada por outro trecho da fala de P03 na sequência da discussão:

*“Você falou que nem toda a sociedade entende como deve ser e fazer, mas ela representa isso muito fácil. Assim ó, lançaram um novo produto hoje e ele não entende como é que é, mas ele gostaria que ele fosse de outro modo. O que tu faz? Não compra. Poxa a população inteira não comprou aquilo lá que a empresa lançou. O que eles fazem? Reinventam a roda, fazem algo*

*esperando que a população compre. Como? Escutando o que eles querem. E como a sociedade decide isso? Com isso, com essa forma de capitalismo. Não comprei o teu produto, ou, faz algo melhor ainda. Ah fez ?!. Agora eu compro.(P03-TG, grifos meus)*

Em seu comentário, P03 enfatiza algo de extrema importância, o **poder do cidadão**, no sentido de sinalizar “ao grande grupo”, nas suas opções de compra, o aceite ou não de determinado produto/tecnologia. A pergunta que surge, nesse momento, é: Que parâmetros têm balizado as opções dos cidadãos? Ao menos nos trechos do diálogo trazidos até aqui, P07 sinaliza ter seu foco na eficiência técnica dos produtos/tecnologias e nos desejos de consumo dos cidadãos.

Na sequência das primeiras falas de P07 e P03, a professora/pesquisadora realizou um comentário, na tentativa de incitar os participantes a pensarem sobre as implicações de uma postura acrítica acerca do desenvolvimento científico e tecnológico contemporâneo:

*professora/pesquisadora: “Mas acho que eles estão querendo dizer também, é que cada vez menos os cidadãos opinam. Parece que este poder de decidir o que vai ser bom pra sociedade ou não, que tecnologia vai ser boa ou não pra sociedade, está cada vez mais na mão dos engenheiros e dos cientistas, e a sociedade vem como quase que sendo obrigada a usar isso assim. Não obrigada, porque tem o lado bom né, é no sentido de que a gente não tem como ... .”(TG)*

A colocação da professora/pesquisadora foi interrompida pela fala de P05, exposta no diálogo a seguir:

*P05: “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)*

*P03: “Até antes de criar a necessidade.” (TG)*

**P05:** “É”.

**P02:** “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.” (TG)

Nos comentários expostos anteriormente, P05 traz uma perspectiva diferenciada da apresentada por P03. Isso porque P05, ao citar o exemplo da Apple, sinaliza que nem sempre as inovações tecnológicas têm sido desenvolvidas a partir das necessidades e desejos da sociedade. 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.

Na seqüência do comentário de P05, como mostrado nos trechos do diálogo trazidos anteriormente, o participante P03 sinalizou refletir sobre as ponderações de P05 e P02, complementou a reflexão ao lembrar que o interesse da população está mais voltado para o consumismo do que para compreender as questões que envolvem o desenvolvimento de um artefato tecnológico. A seqüência da discussão girou em torno das leis de oferta e procura de mercado. Diante disso, a professora/pesquisadora chamou a atenção do grupo para os objetivos dos autores que formularam o questionário do Anexo VI e para o seu próprio objetivo com a oferta do ciclo de debates sobre a nanotecnologia para os alunos dos cursos de engenharia:

**professora/pesquisadora:** “Eu só sinalizo assim pra vocês [...] a preocupação deles assim, pelo que eu percebi, é que assim, cada vez mais as pessoas não se interessam e não conseguem compreender a tecnologia contemporânea. Quem

*está discutindo nanotecnologia na sociedade? E por isso as pessoas não opinam e não entendem. Então eles querem levar esse conhecimento sobre nanotecnologia (por exemplo), o pessoal da divulgação científica, sobre as possibilidades, sobre as transformações que vão ocorrer pra sociedade. Pra que justamente a sociedade, não venha nesse balão assim, nesse rodo assim, sabe, fazer a leitura do que está acontecendo.”(TG)*

**P03:** *“Argumentar né?”(TG)*

**professora/pesquisadora:** *“É, saibam argumentar, saibam fazer escolhas, entendeu, então é isso. Essa é a preocupação, parece que é uma preocupação, pelas pessoas não se preocuparem com o que está acontecendo com o desenvolvimento tecnológico. Como isso foi ou está sendo desenvolvido? É isto que eles estão querendo levar. E a preocupação é de que pelo menos vocês, futuros engenheiros, que vão tomar decisões importantes na sociedade, conheçam um pouco mais dos meandros desta relação da ciência e da tecnologia com a sociedade. Vocês que amanhã ou depois vão ter que optar por uma tecnologia ou outra, numa empresa, numa sociedade, numa cultura, tem que conhecer um pouco mais essa relação. É isso que eles defendem.”(TG)*

É difícil dimensionar como as discussões sobre a regulamentação de produtos com nanotecnologia e sobre as questões do questionário da *qualidade da relação entre ciência, tecnologia e sociedade* (ANEXO VI) impactaram as reflexões dos participantes. Contudo, o comentário de P09, a seguir, sinaliza que as discussões não foram em vão:

*“O grupo me fez refletir mais sobre as responsabilidades do engenheiro para com a sociedade e ver que o desenvolvimento tecnológico além de seus pontos positivos, tem também seus pontos negativos, que devem ser analisados com muito cuidado por esses profissionais. Me fez ter um olhar diferente também sobre a forma com que as tecnologias são aderidas pela população no geral, e que*

*influências tem “os produtores” de tecnologia.”*  
(P09-CF, grifos meus )

Em especial o trecho grifado do comentário de P09, aluno da terceira fase de um dos cursos de engenharia da FURB, apresenta indícios de que, a partir do ciclo de debates sobre a nanotecnologia, ele passou a tecer reflexões sobre os meandros da apropriação da tecnologia pela sociedade.

### 7.2.2.3 Para além da eficiência técnica e dos valores econômicos

Como já colocado desde o primeiro encontro presencial do Ciclo II da intervenção pedagógica, o olhar dos participantes para a nanotecnologia esteve focado na eficiência técnica dessa tecnologia associada aos valores ambientais e econômicos. Mas no terceiro encontro presencial, o qual teve como foco trazer subsídios para a discussão dos impactos da nanotecnologia, um comentário chamou atenção:

*“Professora o que você tinha falado inicialmente, eu acho que é bem válido, porque eu tenho por base a minha sala. O pessoal que eu convivo, agora no final do curso, acho que eu posso dizer que o engenheiro de modo geral, assim como a professora, só quer a parte de números, a parte técnica. A nossa área pouco pára pra pensar, ter um senso crítico nessa parte de sustentabilidade. Tem que ser social, econômico e ambiental. E a professora está fazendo a gente parar um pouco e pensar, sair. Não tem nada técnico aqui, a gente não está calculando nada, a gente tá tendo esse senso crítico assim. E isso está sendo bem válido. Eu peguei aquele livro que a professora viu lá, ele fala da nanotecnologia, a questão ambiental social e econômica. Ah eu pensei, deve ser um saco esse livro aqui né. Eu comecei a ler um pouco e me deparei com que a gente tá discutindo, lá. A parte ética, essa questão das empresas privadas não ter, não compartilhar as informações, de lançar produto sem ter estudos. A parte ambiental também tem isso. A gente se interar nisso e sair um pouco da nossa área, que é só parte técnica ou de trabalho, e fazer a gente*

*pensar e ter um senso crítico.”(P05-TG, grifos meus)*

Essa colocação de P05 aconteceu na discussão que sucedeu as atividades III e IV descritas no Quadro 13 do item 6.2.3, onde foram apresentados dois trechos dos vídeos da Rede Renanossoma que problematizam as propriedades das nanopartículas, alertando para possíveis riscos à saúde humana e ambiental, bem como para o estágio inconcluso e controverso dos estudos já realizados. Nesse sentido, os trechos em negrito no comentário de P05 demonstram que, após a apresentação dos vídeos e das discussões que a sucederam, esse participante passou a reconhecer que existem outros parâmetros, além da eficiência técnica, para analisar/avaliar uma tecnologia emergente ou em desenvolvimento. A colocação de P05, que é um veterano de um dos cursos de engenharia da FURB, foi extremamente significativa, principalmente por ter sido um ponto de vista exposto aos demais participantes do ciclo de debates, entre eles, alunos da primeira e terceira fases, ou seja, que estão iniciando sua caminhada como futuros engenheiros. Ter o depoimento de um veterano que está concluindo o curso e que já atua no mercado de trabalho de que existem outros parâmetros para análise de uma tecnologia, tão importantes quanto a eficiência técnica e os valores econômicos, pode colaborar com reflexões e questionamentos futuros na trajetória acadêmica dos alunos iniciantes.

O comentário de P12, realizado no segundo encontro presencial, vai ao encontro da percepção de P05 no que se refere à necessidade de os cursos de engenharia irem além da parte técnica:

*“Na verdade **esse lado social**, é como você falou, **é a parte que mais falta na verdade sabe**. Eu tenho alguns amigos engenheiros formados e **eles realmente não tem essa preocupação de como isso vai chegar nas pessoas. De como o trabalho deles afeta o que está chegando nas pessoas**. Não precisa ser na grande sociedade. O que é, que o teu projeto vai impactar nos funcionários? Na pequena necessidade de empresa já não tem essa noção, imagina quando este produto for pra grande sociedade. **Então entende, realmente é um lado que falta. Tanto que quando você vê, tem aquela matéria, Desafios Sociais, tal, aí todo mundo olha assim, meu, desafios sociais**. Por*

*mais que eu tenha interesse na área tecnológica, eu também tenho, eu gosto muito de física, matemática, só que esse lado social tem que existir, não tem como tu fazer nada sem.” (P12-TG, grifos meus)*

Essa fala de P12 aconteceu no segundo encontro presencial, quando a professora/pesquisadora usou a discussão dos resultados obtidos em resposta ao questionário do ANEXO VI para apresentar o objetivo pedagógico do ciclo de debates: *por meio da temática da nanotecnologia, promover uma melhor compreensão das complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade*. Como já colocado nesta tese, expor o mais claramente possível aos participantes as reais intenções da professora/pesquisadora foi tomado como um caminho para estabelecer os primeiros laços de **colaboração/confiança**.

Nos primeiros trechos grifados no comentário de P12, averigua-se que ele reconhece a importância da discussão de cunho social nos cursos de engenharia. Esse participante sinaliza o desdém dos colegas da área para esse foco, ao citar a disciplina Desafios Sociais, um dos poucos espaços concretos demarcados nos cursos de engenharia que corrobora a formação discutida e almejada nesta tese. Em seu comentário, P12 sinaliza reconhecer a importância do foco da disciplina e deixa transparecer que percebe uma certa desconsideração dos demais colegas.

Cabe lembrar que todo o esforço desta tese foi para encontrar possibilidades para que espaços, como os da disciplina mencionada por P12, possam ser ampliados e fortalecidos, seja no âmbito das disciplinas básicas ou específicas, seja em outras atividades incentivadas pela flexibilidade curricular acenada pelas atuais Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia. Contudo, para que isso se solidifique nos cursos da área tecnológica, será necessário que professores com perfil transformador se apresentem e também assumam a responsabilidade de contribuir para que os alunos desenvolvam a capacidade crítica de interpretar o mundo que os cerca, com vistas a transformá-lo a partir da sua visão de mundo (GIROUX, 1997, 2013).

Quanto à visão de mundo dos estudantes, cabe abrir um parêntese e relembrar uma colocação de Freire (1982) já mencionada no capítulo II. Esse autor adverte de que o papel do educador não é falar sobre a sua visão de mundo, muito menos tentar impô-la. Isso porque a visão de mundo manifestada pelo indivíduo reflete a situação do mundo em que se constitui e, sendo assim, o desrespeito à visão particular de

mundo é uma espécie de invasão cultural, mesmo que isso seja feito com as melhores intenções.

Nesse ínterim, o comentário de P05, juntamente com o comentário de P12, confirma algo que já é sabido: a preocupação com a parte técnica e com o conhecimento específico ainda impera nos cursos de engenharia (BAZZO, PEREIRA e BAZZO, 2014; DAGNINO, 2013). Mas, por outro lado, as falas trazidas também demonstram o reconhecimento e a abertura dos participantes para discutir questões mais amplas da sociedade e que envolvem a ciência e a tecnologia contemporânea. Isso não pode ser menosprezado.

Outro contexto significativo para análise de uma consciência mais crítica aconteceu na socialização da temática dos nanorrobôs. Como colocado na descrição do item 6.2.4 do capítulo VI, a discussão desse tema desencadeou uma discussão calorosa no quarto encontro presencial do ciclo de debates, ocasião em que os participantes, organizados em grupo, socializaram suas pesquisas escolhidas para maior aprofundamento sobre aplicações da nanotecnologia.

A socialização da temática dos nanorrobôs teve como foco os benefícios acenados pelos estudos já realizados na área da medicina, e trechos de um filme de ficção científica foram usados para mostrar as transformações de um carro de passeio, entre elas, alteração de cor, placa e forma, tudo por conta das possibilidades da nanotecnologia. O grupo responsável pela socialização do tema e discussão sobre ele fez questão de enfatizar que o seu foco era apenas para mostrar os benefícios acenados e até idealizados, os quais eles viam com grandes perspectivas para um futuro com mais qualidade, sobretudo no que se refere à utilização de nanorrobôs para a cura do câncer e para outras doenças. Inicialmente, os demais participantes realizaram questionamentos técnicos, como por exemplo:

*“Quanto tempo dura? A durabilidade? A vida dos nanorrobôs?” (P13-TG)*

*“Cara, isso daí tipo assim quando perder a utilidade, vai ficar dentro do corpo?” (P09-TG)*

*“Mas isso ali não falou que tem uma vida útil? Do nanorrobô, e depois que ele perde?” (P09-TG)*

*“Tá então eu acho que eu entendi a tua pergunta, assim, por exemplo, esses robôs eles caçam as células. Assim beleza, eles pegaram essa célula, mas e depois? Entendeu? Depois que o nanorrobô pegou a célula, assim tipo ele sai pra fora do teu*

*sistema? A célula continua dentro do teu corpo? Entendeu? Vocês tem alguma ideia assim?”(P14 - TG)*

Há, nos comentários de P14, P09 e P13, questionamentos quanto à eficiência técnica dos nanorrobôs, mas que sinalizam um distanciamento, usando as palavras de Freire (1982), das soluções mágicas, das explicações fabulosas ou da simplicidades na interpretação dos problemas. Sendo assim, esses participantes apresentam traços de uma consciência mais crítica do tema. Diante dos questionamentos trazidos anteriormente, os responsáveis pela apresentação do tema colocaram que ainda não se têm respostas para os questionamentos realizados e que, por enquanto, os testes estavam sendo realizados apenas em ratos, mas que já existiam boas perspectivas de testes com humanos a partir de 2025. Nessa explicação, se fazem presentes traços da perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia, mas com um viés positivo, uma vez que a busca pela cura de doenças como o câncer já proporcionou grandes avanços na medicina.

Quase no findar da apresentação, surgiram outros questionamentos e problematizações:

**PI4:** *“Uma coisa assim, que eu anotei aqui e vocês ainda não falaram nada sobre isso. É as consequências. Tá tudo tão bonito e lindo. Mas se der errado? (TG)*

[...]

**P01:** *“[...] as consequências que isso traria, se fosse possível, por exemplo, mudar de placa. Tipo, isso não daria certo no meio da sociedade.”(TG)*

[...]

**P03:** *“Mas olha só. O que eu queria te explicar como eu falei antes né. O nosso tema é nanorrobô e aqui é a aplicação do que ele pode ter e, meu Deus do céu, o que é que tu pode fazer, que um nanorrobô pode fazer hoje em dia? Tu entra com um relógio normal num shopping, daqui a pouco aquilo vira uma arma e tu sai matando pessoas, são coisas maléficas que a nanotecnologia pode resultar. A gente só está demonstrando aqui as possibilidades boas, em alguns aspectos, e que são parte do que a gente pensa no lado positivo da nano. Não que eu sou idiota, que não penso*

*que pode causar algum mal, como é o exemplo da placa. (TG, grifo meu)*

**P01:** “É interessante, só que eu acho, que assim, teria muito mais consequências do que coisas boas.” (TG)

[...]

**P14:** “eu só queria meio que dar um ponto final. Assim, tá isso daí é então uma das [...] não é que está indo tanto pra questão ética, que, sei lá, então isso daí é um dos potenciais dos nanorrobos?(TG, grifos meus)

**P03:** “Isso. Essa é a nossa ideia.” (TG)

No diálogo exposto, as falas de P01 e, em especial, o último comentário de P14, permitiram que a professora/pesquisadora provocasse os participantes quanto à necessidade e à importância de incluir a questão ética na discussão:

*professora/pesquisadora:* “Mas P01 levanta uma questão, eu entendo que vocês trouxeram a apresentação das aplicações, mas é justamente esta discussão que está com os sociólogos e com os educadores. Que a discussão da aplicação não pode ser desconectada da discussão ética, essa é a questão. Lógico que uma vez que vai estar, ao descobrirem/inventarem a tecnologia, dificilmente o ser humano vai conseguir segurar isso. Mas como vocês colocaram, a gente estar dimensionando estas coisas. E aí a responsabilidade de quem produz. Ah eu descobri a aplicação, agora vocês fazem disso o que quiserem. Não é bem assim, tem uma responsabilidade social de quem domina e aplica isso, esse conhecimento. Esta é a questão.”(TG)

Depois dessa provocação, o debate prosseguiu e conforme mostrado a seguir, nos trechos que dão sequência ao diálogo anterior, P03 chamou a atenção para a responsabilidade do consumidor final, isto é, que todas as pessoas, como cidadãos, também são responsáveis pela apropriação de uma determinada tecnologia na sociedade :

**P03:** “[...] Tens aí um aparelho [...] última geração, foi feito a onde? Foi feito na China, a base de que trabalho? Trabalho escravo trabalho

*infantil. [...] Comprou o aparelho? Comprou. Não patrocinou, de uma forma ou de outra, uma certa empresa neste aspecto? Sim. (TG)*

**professora/pesquisadora:** *“Tá, mas já existem pessoas que quando ganham esta consciência não compram mais [...] eles até reconhecem que a tecnologia é superior [...]. Mas se negam a comprar, porque sabem a mão de obra que é usada.”(TG)*

**P09:** *“Só que é muito difícil também as pessoas terem esta consciência.” (TG)*

Os fragmentos trazidos das falas dos participantes geradas na discussão sobre os nanorrobôs mostram como esse tema possibilitou uma pequena discussão que perpassou pela complexa relação entre desenvolvimento científico e tecnológico e o desenvolvimento humano e social. O comentário de P01, por exemplo, problematizou a possibilidade de alterações nos carros, no sentido de acarretar implicações negativas na organização da sociedade. Quando P14 tentou colocar um ponto final na discussão, em virtude do caminho ético que tomou, a partir da problematização colocada por P01, a professora/pesquisadora aproveitou a oportunidade de a palavra “ética” ter sido mencionada e teceu provocações. Em especial, acenou para as responsabilidades de quem desenvolve e domina os conhecimentos sobre uma determinada tecnologia ou, dito de forma mais enfática, que eles, como futuros engenheiros, poderão estar em situações de decidir ou de contribuir para a tomada de decisão quanto à aplicabilidade de determinada tecnologia.

O contexto descrito, mesclado pelas falas dos participantes, mostra o quão desafiante é conduzir uma discussão com viés ético e social num curso de engenharia, ou seja, na perspectiva de incluir outros parâmetros de análise de uma tecnologia, além da eficiência técnica e dos valores econômicos. Contudo, em sua última fala na finalização da discussão sobre a temática dos nanorrobôs, P03 sinalizou reconhecer a necessidade de a questão ética também fazer parte de debates sobre a nanotecnologia:

*“Mas esta discussão ética tem que ter sim nesse grupo, tem que pensar sobre isso aí. Entender estes aspectos, porque não basta a gente desenvolver teorias e explicar sobre*

***nanotecnologia sem pensar neste aspecto”.* (P03-TG, grifos meus)**

Em outro momento, na finalização do ciclo de debates, ao responder à questão 7 do questionário C (ANEXO VIII), P03 sinalizou que as discussões do ciclo de debates o fizeram pensar em outras dimensões dos impactos de uma tecnologia em desenvolvimento:

*“No ciclo de debates deu pra perceber que o pensamento social estava muito presente por duas participantes. Com o levantamento do tema por parte delas, **pude refletir muito mais sobre o tema e notar que o estudo sobre isso é muito importante de ser discutido.**”(P03-RQ, grifo meu)*

A segunda parte de avaliação do ciclo de debates, composta por quatro indagações discutidas com os participantes com apoio do *blog* e do grupo do Facebook, também possibilitou a verificação do impacto do ciclo de debates nas reflexões dos participantes. Na Indagação 4 (ANEXO XII), cujo tema teve como foco a responsabilidade do engenheiro, a professora/pesquisadora, ao chamar a atenção para o contexto atual de produção científica, marcada pelas agências e órgãos de fomento, questionou os participantes se discutir a temática da nanotecnologia havia trazido outras dimensões da responsabilidade do engenheiro, as quais eles ainda não tinham se dado conta. Algumas respostas podem ser visualizadas a seguir:

*“Essa pesquisa me deixou mais claro que um engenheiro tem muita responsabilidade, e o mais importante, **ele precisa estar inteirado em diversos assuntos e conhecer diversas áreas, precisa conhecer o que existe no mercado e as novas tendências tecnológicas.** Essa pesquisa me fez perceber, que **precisamos olhar as consequências a curto e longo prazo ao criar ou inovar algo.**”(P14-CF, grifos meus)*

*“As preocupações que se tem que ter estão relacionadas ao custo/benefício do uso da nova tecnologia. Custo não só no sentido econômico/financeiro, **mas a que “custo” usar essa tecnologia?** Deve-se pesar pontos positivos e negativos da fabricação (manipulação) e do uso.*

*Ou seja, os impactos positivos e negativos. Muito se alardeia dos impactos positivos (justamente para vender o produto). O problema é que pouco se sabe dos impactos negativos. Eu acredito que as preocupações do engenheiro para tomar uma decisão sobre a adoção de uma nova tecnologia, como a nanotecnologia, **devem passar por esses questionamentos. Será que vale a pena lançar esse produto? Ele vai trazer benefícios? Que benefícios? Ele vai causar danos? Que danos? Os benefícios que ele traz superam os danos que ele pode causar, a ponto de justificar o seu uso?*** (P06- CB, grifos meus)

*“O engenheiro é um dos, se não o grande responsável pela implantação da nano em uma empresa/sistema produtivo, por experiência própria e a **partir das nossas reuniões, pude refletir que os engenheiros aprovam os produtos nano sem conhecimento, e pior ainda, sem questionamentos, e isso é preocupante.** Vimos em nossas reuniões como o universo nano ainda está em desenvolvimento, e esse desenvolvimento é ainda menor com relação ao estudo dos impactos que ele causa, e como o engenheiro é o responsável por analisar o produto e implantar em uma empresa, ele é em parte responsável por esses impactos, e posso dizer que vivenciei como estou vivenciando isso, e com empresas de grande porte, onde teoricamente temos engenheiros melhor preparados.”* (P05-CF, grifos meus)

Os comentários de P05, P06 e P14 demonstram que as discussões do ciclo de debates trouxeram à tona a necessidade de se preocupar com os impactos negativos de uma tecnologia em desenvolvimento. Entretanto, esses participantes não entraram num maior detalhamento desses impactos. Já o comentário de P04, mostrado a seguir, é mais pontual:

*“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 infra-estrutura, 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 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 [...]”.* (P04-CB, grifos meus)

Em seus parâmetros de análise, P04 incluiu a preocupação com a eliminação de postos de trabalhos e com o agravamento de problemas sociais decorrentes dessa eliminação, ou seja, sinalizou reconhecer que o desenvolvimento social não é consequência imediata do desenvolvimento científico e tecnológico (BAZZO, PEREIRA e BAZZO, 2014). Igualmente, sinalizou perceber o que a tecnologia pode desfazer.

Outro comentário a ser destacado é o de P08. Esse participante fez uma referência mais direta e pontual à responsabilidade com a saúde e o meio ambiente, que faz lembrar o *princípio responsabilidade* de Jonas (2006) mencionado no capítulo IV:

*“As principais preocupações com certeza tem que ser com o meio ambiente e principalmente com os seres vivos que residem nesse planeta.”* (P08-CB, grifos meus)

Não se pode descartar a hipótese de que - diante da relação de poder que marca a relação professor/aluno - os participantes tenham respondido à *Indagação 4* na perspectiva de cumprir com a obrigatoriedade da avaliação do ciclo de debates para garantir o certificado de AACCS, além de que - diante de um contexto avaliativo, semelhante às avaliações realizadas nas disciplinas de seus cursos - os participantes possam ter procurado apresentar respostas que estivessem de acordo com as expectativas da professora/pesquisadora.

Contudo, não se tem dúvida que os engenheiros que levantarem a bandeira de preocupação com os impactos sociais, com os seres vivos e com o meio ambiente – juntamente com o reconhecido poder de decisão que têm na sociedade – poderão, parafraseando Jonas (2006), ser *a força valorativa que representará o futuro no presente*. Isso, se essa bandeira de preocupação for levantada, não 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.

Certamente os engenheiros exercem grande influência sobre a tomada de decisão em questões marcadas por ciência e por tecnologia (BAZZO, 2011; DAGNINO, 2013) na sociedade. Resta acreditar que as sementes disseminadas no ciclo de debates sobre a nanotecnologia, ao menos no que concerne à vigilância das tecnologias emergentes, germinem e possam contribuir, efetivamente, para consolidar uma consciência mais crítica dos futuros engenheiros acerca das complexas relações que envolvem a ciência, a tecnologia e a sociedade no mundo contemporâneo. Assim sendo, tem-se a expectativa de que essa consciência repercuta em ações concretas que possam fazer frente às atuais forças hegemônicas que dão as cartas no mundo globalizado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Encontrar as palavras para escrever “as considerações finais” de um texto que se construiu ao longo de mais de quatro anos é uma tarefa desafiadora. Nesse momento tão difícil, mesclado pelo cansaço e por sentimentos de euforia e realização, me faço os seguintes questionamentos: Por que mesmo fiz esta tese? Para quem estou escrevendo este texto? A presente pesquisa traz alguma contribuição para a Educação Tecnológica e, em especial, para os colegas professores que compartilham a percepção da necessidade de ampliar espaços para uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia nos cursos de engenharia? O que colocar nestas últimas páginas para o leitor que se dedicou à leitura desta tese?

Confesso que, para organizar a composição das últimas páginas deste estudo, retomei a leitura dos escritos mais recentes daquele que me impulsionou a trilhar por esta estrada. Bazzo (2015), no livro “De técnico e humano”, em especial no capítulo “As origens e os posicionamentos”, escrito na forma de entrevista, resgata as provocações que o autor tem realizado desde os anos de 1990 em suas reflexões sobre CTS e Educação Tecnológica. Rer ler esse último livro foi como rever um filme que reavivou os sentimentos que impulsionaram meu engajamento num projeto de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT), bem como relembrou a provocação que mais mexeu comigo e que também balizou grande parte das escolhas realizadas para a concretização desta tese:

Cada vez é mais necessária uma educação ampla pela qual não apenas o desenvolvimento de novos aparatos tecnológicos seja o ponto de chegada. Precisamos refletir sobre as repercussões. Nunca foi tão claro este posicionamento pelos fatos e acontecimentos que presenciamos no dia a dia. [...] Reflexões acerca dos resultados e aplicações tecnológicas - que tanto deslumbram por suas badaladas utilidades - hoje mais do que nunca precisam entrar na pauta de preocupação dos ambientes escolares. [...] **Um dos motivos dessas reflexões é, em parte, ‘desmascarar’ a C&T e retirá-la de seu pedestal inabalável de caminho para a felicidade humana.** (BAZZO, 2015, p. 35, 47 e 56, grifo meu)

A preocupação do professor Walter Antonio Bazzo quanto às repercussões e impactos da ciência, e mais especificamente da tecnologia, está presente, se não em todos, mas na maioria de seus textos. Durante a realização do estudo apresentado nesta tese, me dei conta do porquê a provocação quanto à necessidade de reflexão sobre os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade me tocou profundamente. Ao longo da minha formação acadêmica e cidadã, eu nunca havia parado para pensar nessas questões e refletir sobre elas. Igualmente, não tinha clareza sobre como a concepção epistemológica do professor e, conseqüentemente, como suas escolhas pedagógicas podem corroborar a manutenção do estado de aceitação acrítica da ciência e da tecnologia no qual se encontra grande parte da sociedade contemporânea.

Hoje, não tenho dúvidas de que minha formação inicial no curso de matemática, voltada quase que unicamente para as questões didáticas e internas da matemática, juntamente com minha caminhada no esporte de alto rendimento como jogadora de vôlei, no cenário nacional, durante a graduação – atividade que exigia muitas horas diárias de dedicação, disciplina e treinamento continuado e repetitivo em busca da perfeição – corroboraram minha aceitação acrítica da ciência e da tecnologia, bem como a não preocupação com reflexões sobre seus impactos na sociedade.

Além disso, sempre amei a matemática por ela mesma e, por conta disso, na minha caminhada enquanto professora de matemática, meus esforços sempre estiveram centrados em encontrar formas de vencer as barreiras cognitivas que dificultam a aprendizagem da matemática, principalmente no que concerne aos conceitos mais abstratos dessa área. A matemática trabalhada nos cursos de engenharia, embora voltada mais para aplicações, também envolve conceitos abstratos ou questões próprias da matemática que têm sido uma barreira para a continuidade dos alunos ingressantes nos cursos de engenharia, como, por exemplo, tópicos relacionados à matemática básica, em especial a parte algébrica iniciada na sétima série do Ensino Fundamental (temática do Ciclo I da intervenção pedagógica). É possível mostrar aplicações muito pertinentes para a matemática abordada nos cursos de engenharia, mas há um momento em que o foco é a habilidade de lidar com as operações e os conceitos matemáticos no desenvolvimento dos cálculos que sustentam as aplicações. E essa falta de habilidade matemática tem sido uma barreira nos cursos de engenharia.

Todavia, uma tese é um recorte e, no doutorado, decidi centrar minha pesquisa em *Investigar como promover, com o apoio de espaços sociais da Web 2.0, uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em cursos de engenharia*. De um lado, eu queria explorar a potencialidade pedagógica dos novos espaços sociais da Web 2.0 e, de outro, queria me apropriar de fundamentos teóricos que pudessem balizar a condução de uma discussão crítica sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Não tenho dúvidas de que o estudo apresentado nesta tese, juntamente com todo o conhecimento e experiência que venho adquirindo lecionando matemática, há mais de 18 anos, me ajudarão a encontrar caminhos profícuos de articulação entre matemática e formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Nesse sentido, vejo como essencial ressaltar que, em relação à matemática, o Ciclo I da intervenção pedagógica descrito no capítulo V, apresenta uma singela contribuição para a área de minha formação específica. Isso porque a ação pedagógica realizada no Ciclo I sinaliza possibilidades de levar a discussão de conceitos e propriedades matemáticas para o *habitat* da nação jovem contemporânea, na perspectiva de ampliar os espaços para discutir conceitos e propriedades matemáticas nos cursos de engenharia. Busquei o apoio dos espaços sociais da Web 2.0 no Ciclo I da intervenção pedagógica, no que se refere ao ensino-aprendizagem da matemática, na perspectiva de explorar os princípios da “dialogicidade tradutora” (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011), ou seja, provocar discussões sobre a apropriação de resoluções matemáticas inadequadas que desestabilizassem convicções equivocadas e promovessem o reconhecimento da necessidade de apropriação correta de propriedades e conceitos matemáticos ou ainda que a discussão sobre erros de matemática básica pudesse contribuir para que essa matemática deixasse de ser uma barreira para compreender a matemática abordada nos cursos de engenharia e lidar com ela.

Já no Ciclo II da intervenção pedagógica (capítulo VI), a matemática aplicada esteve presente e contribuiu para a compreensão da relação entre ciência, tecnologia e sociedade, por meio da temática da nanotecnologia. Esse ciclo está em confluência com o que Gonzáles García, López Cerezo e Luján López (1996) designam de CTS puro, ou seja, uma abordagem pedagógica CTS onde os conhecimentos científicos e técnicos não são o centro da organização da atividade, mas são utilizados para a compreensão da abordagem CTS.

As colocações apresentadas até aqui, juntamente com aquelas sinalizadas na Introdução, procuram esclarecer e justificar ao leitor a pergunta de pesquisa, a escolha dos autores que compõem os capítulos I e II, bem como os recortes realizados para o delineamento dos *Fatores e circunstâncias* para promover uma formação crítica acerca das relações CTS (capítulo I) e uma formação crítica como prática pedagógica (capítulo II). Afirmando e defendendo que, do lugar de onde venho e para aqueles a quem pretendo fazer chegar esta tese, a fundamentação teórica apresentada nos capítulos I e II é significativa, pode desestabilizar ou corroborar o fazer pedagógico e as concepções epistemológicas de professores da área tecnológica e de colegas da área da matemática.

Em especial, a síntese apresentada nas dimensões “a” e “b”, da Figura 3, do capítulo IV, reúne subsídios para auxiliar professores que, assim como eu, despertaram para o fato de que seu papel na Educação Tecnológica vai além da especificidade de sua disciplina e que suas escolhas pedagógicas podem corroborar o *status quo* ou, por outro lado, podem deflagrar um processo de desconformação com a ideologia dominante. Assim sendo, compreendo que os fundamentos apresentados nos capítulos I e II, devidamente aprofundados em processos de formação, certamente auxiliarão colegas professores que almejem investir na empreitada de conduzir reflexões críticas sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, não só em cursos de engenharia.

A articulação entre as visões de Freire e de Giroux trazida no capítulo II – além de apresentar fundamentos da pedagogia crítica para potencializar os FC apontados no capítulo I acerca da formação CTS – retrata a riqueza e a sensibilidade humana da concepção pedagógica freiriana, a qual eu não conseguia ver, ou mesmo compreender, nas leituras solitárias dos textos de Freire que realizava antes da caminhada como doutoranda do PPGECT/UFSC. Meu desconhecimento sobre epistemologia era um dos obstáculos para essa compreensão. Nesse ínterim, faço questão de ressaltar que a leitura de Freire começou realmente a ganhar uma dimensão diferenciada em minhas reflexões, principalmente depois de ter a oportunidade de ser aluna de Demétrio Delizoicov, professor do PPGECT e pesquisador das concepções de Paulo Freire. Inegavelmente, essa vivência trouxe grande contribuição para a constituição dos capítulos I e II e desencadearam transformações em minha prática pedagógica.

Os escritos de Giroux, por sua vez, além de auxiliarem na compreensão das postulações freirianas, esclareceram, por meio da definição das *Instituições de Ensino como esferas públicas e democráticas e dos professores como intelectuais públicos e*

*transformadores*, a importância e a responsabilidade de se oferecer a estudantes e professores instrumentos que lhes permitam um olhar além de suas vidas particulares para compreender as bases da sociedade mais ampla e, conseqüentemente, desencadear uma participação ativa no delineamento da sociedade da qual fazem parte.

As postulações de Giroux, trazidas no capítulo II, endossaram também minha curiosidade, enquanto professora/pesquisadora, de procurar conhecer mais de perto as potencialidades e as limitações dos novos espaços públicos sociais que se constituem a partir da Web 2.0, cuja linguagem apresenta uma cumplicidade com o mundo dos jovens que desconcerta pais e educadores. Isso porque esse autor chama atenção para a responsabilidade dos professores no que se refere a sua contribuição para moldar as maneiras que configuram o tempo, o espaço e o conhecimento no cotidiano das Instituições de Ensino. São postulações que entendo estarem em consonância com o problema identificado nos cursos de engenharia: *a necessidade de ampliar espaços que promovam reflexões críticas sobre as complexas relações que envolvem a ciência, a tecnologia e a sociedade*.

No que se refere à compreensão da cultura, na qual os espaços sociais da Web 2.0 surgem e se desenvolvem, os estudos realizados no grupo de pesquisa COMUNIC, coordenado pela professora Andrea Brandão Lapa, contribuíram para a escolha dos autores que compuseram o capítulo III, mas, principalmente, esclareceram a necessidade de discorrer sobre os espaços sociais da Web 2.0 de forma a contemplar as três dimensões sinalizadas pelo olhar crítico da Mídia-Educação: objeto de estudo, ferramenta pedagógica e inclusão digital. Como visto no capítulo III, a discussão sobre a inclusão digital centrou-se no professor, na perspectiva de que, a partir de sua participação em espaços sociais da Web 2.0, esse profissional poderá dimensionar criticamente as implicações da inserção desses novos espaços públicos nas intervenções pedagógicas.

Também é importante pontuar que as postulações trazidas no capítulo III sobre a Web 2.0, que permitiram a organização dos *Fatores e circunstâncias* sintetizados na dimensão “c” (Figura 3 do capítulo IV), contribuíram, juntamente com as justificativas apresentadas no item 4.1, para elencar a discussão sobre tecnologias *emergentes ou em desenvolvimento*, como temática pertinente para provocar reflexões críticas sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade em cursos de engenharia. A discussão crítica que circunda a apropriação de tecnologias emergentes pela sociedade na atualidade, a exemplo da nanotecnologia, abafada pelas mídias de massa, circula por diversos

sítios da Internet. No entanto, a lógica mercadológica da Web 2.0 corrobora o “sonambulismo tecnológico” (WINEER, 1987) dos cidadãos. Isso porque a maioria das informações que circula na rede exacerba os benefícios das inovações tecnológicas em detrimento de impactos negativos e até irreversíveis que possam advir. Isso tem sérias implicações, haja vista que a Internet é a principal fonte de pesquisa da nova geração.

Sendo assim, entendo que cabe a “intelectuais públicos e transformadores” (GIROUX, 2013) 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.

Um exemplo nesse contexto que merece ser citado é o *site* do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica (NEPET/UFSC) onde são socializados materiais e reflexões que colaboram para um melhor entendimento da intrincada relação entre ciência, tecnologia e sociedade e o ensino de engenharia. Vozes presentes na Web, como as do NEPET e da Rede Renanossoma, que trazem uma visão crítica da tecnologia, precisam ecoar nos novos espaços públicos virtuais, o que, de certa forma, entendo estar em consonância com a visão crítica da tecnologia defendida por Feenberg (2003, 2010) a qual incita reflexões sobre como dar condições para que a democracia possa ser estendida às atuais decisões tecnológicas.

Como apresentado no item 4.1, a Teria Crítica reconhece as consequências catastróficas do desenvolvimento tecnológico, mas é otimista quanto ao desenvolvimento das formas de controle, pois admite que a tecnologia é carregada de valores e humanamente controlável (FEENBERG, 2003, 2010). Mas, para participar e reconhecer a necessidade de controle, é preciso conhecer e problematizar o contexto atual do desenvolvimento científico e tecnológico, marcado cada vez mais pela lógica empresarial. Esse foi mais um motivo para escolher como temática para o Ciclo II da intervenção pedagógica a discussão sobre a nanotecnologia – uma tecnologia emergente ou ainda em fase de desenvolvimento e de apropriação pela sociedade –, além de sua relação direta com a matemática para compreensão da escala nano e de propriedades da nanotecnologia, aspectos que poderão ser explorados em outros ciclos de intervenção pedagógica, seja para estudantes de

engenharias ou em formações de professores da matemática e da área tecnológica.

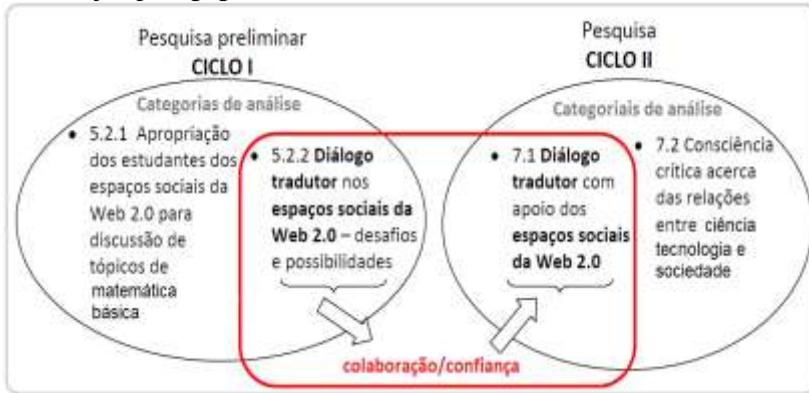
A democracia **que ainda**<sup>47</sup> permeia os espaços sociais da Web 2.0, juntamente com os recursos desses espaços, pode auxiliar o professor a problematizar a não neutralidade da ciência e da tecnologia, bem como a concepção quase que inabalável de que as inovações tecnológicas são o caminho para a felicidade da humanidade e para a superação dos obstáculos advindos da escassez dos recursos naturais. Problematizações podem ocorrer a partir dos conhecimentos que os alunos socializarem nos espaços sociais da Web 2.0 de forma livre sem, por exemplo, os entraves dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), os quais limitam até mesmo a ação dos professores em função de questões técnicas e políticas de utilização nas Instituições de Ensino. A descrição do Ciclo II da intervenção pedagógica, bem como os contextos descritos na análise apresentada nos itens 7.1.2.1 e 7.1.2.2, são exemplos de como os espaços sociais podem apoiar problematizações sobre os impactos de uma tecnologia emergente e, de outra parte, podem inspirar colegas professores das mais diversas áreas de atuação, juntamente com seus alunos, a criarem outras formas de apoio dos espaços sociais da Web 2.0 a intervenções pedagógicas.

De outra parte, entendo que minhas considerações finais também devem enfatizar a articulação existente entre as pesquisas realizadas a partir Ciclo I e do Ciclo II da intervenção pedagógica. Para tanto, apresento a Figura 20 onde coloco em destaque (vermelho) o elo entre as pesquisas dos ciclos I e II: **diálogo tradutor e espaços da Web 2.0 – colaboração/ confiança**.

---

<sup>47</sup> O negrito é para lembrar as recentes discussões sobre o Marco Civil da Internet – regulamentação da internet no contexto nacional pela Lei n° 12.965, de 23 de abril de 2014.

Figura 20 - Articulação entre as pesquisas realizadas a partir da intervenção pedagógica



Fonte: Organizada pela autora.

Conforme discutido no capítulo V, a imbricada relação entre colaboração e confiança que apresento para que o diálogo tradutor aconteça nos espaços sociais da Web 2.0 nasceu ao analisar os dados empíricos da pesquisa preliminar realizada no Ciclo I, essencialmente, à luz das postulações de Freire (1982) sobre o diálogo. Conforme pontuado no capítulo II, Freire defende que o diálogo, quando fundamentado no amor, na humildade e na fé nos homens, tem a **confiança** como consequência; essa confiança vai fazendo com que os sujeitos dialógicos companheiros na pronúncia do mundo, ou seja, com que os sujeitos **colaborem**, compartilhando seus genuínos pontos de vista, seus conhecimentos e suas dúvidas sobre a realidade em questão. Esse entendimento de **colaboração/confiança** para que o diálogo tradutor aconteça nos espaços sociais da Web 2.0 foi também fortalecido pelas discussões sobre confiança trazidas no capítulo III e que possibilitaram a identificação do *Fator e circunstância*  $c_9$ : “A confiança mútua disseminada entre os indivíduos e presente na forma mais ampla possível é a base das redes sociais”.

Diante do exposto, a relação entre *diálogo tradutor nos espaços sociais da Web 2.0* e *colaboração/confiança* remete ao fato de que a tecnologia é um constructo social e de que, no caso da Web 2.0, é preciso lembrar que as relações que permeiam seus espaços sociais são relações humanas com todas as suas implicações. O professor que busca o apoio dos espaços sociais da Web 2.0 para a dialogicidade tradutora – especialmente com vistas a contribuir para desestabilizar convicções que

permitam a constituição de uma consciência crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade – tem que lembrar que somente a relação verdadeira e transparente poderá criar laços de confiança que se farão colaboração para o desvelamento da realidade. E como tantas vezes enfatizado, a confiança que se faz colaboração “implica no testemunho que um sujeito dá ao outro de suas reais e concretas intenções” (FREIRE, 1982, p. 96).

Mas o que dizer sobre o apoio dos espaços sociais da Web 2.0 e a formação crítica almejada por esta tese, além do que já foi dito e da análise apresentada no capítulo VII? Principalmente, o que dizer em relação à necessidade de ampliação, em cursos de engenharia, de espaços que promovam reflexões críticas sobre as complexas relações que envolvem a ciência, a tecnologia e a sociedade: os espaços sociais da Web 2.0 seriam uma porta para essa ampliação?

Para responder a esse questionamento, pontuo, inicialmente, um aspecto positivo do apoio dos espaços sociais da Web 2.0 que foi evidenciado na experiência dos ciclos I e II da intervenção pedagógica, e corroborado pelas análises apresentadas nos capítulos V e VII, ou seja, espaços sociais da Web 2.0, a exemplo do *blog* e do grupo da Facebook usados no Ciclo I e no Ciclo II, são espaços abertos que permitem o livre compartilhamento de conhecimentos do professor e dos alunos sobre determinada temática por meio de recursos que acolhem com facilidade técnica a linguagem atual usada pelos nativos digitais.

Como visto nos capítulos VI e VII, o *blog*, no Ciclo II da intervenção pedagógica, foi usado pelo grupo para socialização e organização das pesquisas significativas sobre a temática nanotecnologia. Os alunos, por diversas vezes, manifestaram o reconhecimento da importância do *blog* para socialização das pesquisas realizadas e a preferência por esse espaço em relação ao Facebook por conta das outras relações que eles têm nessa rede social, que dificultam a concentração em determinada atividade. O *blog* também foi uma espécie de filtro para as postagens que foram realizadas no grupo do Facebook, pois as postagens mais importantes socializadas nesse espaço iam para o *blog*. Na visão dos alunos que participaram do Ciclo II da intervenção pedagógica, justamente por não ter a gama de possibilidades para comunicações síncronas de uma rede social como o Facebook, o *blog* permite maior concentração para leitura e compreensão de uma postagem de interesse.

Porém, o grande desafio é levar os alunos até um *blog*, uma vez que ele não é dinâmico como uma rede social como o Facebook em termos comunicacionais. Nesse sentido, a análise apresentada no item

7.1.2.2 – *Necessidades concretas de ampliação de tempo real* – sinaliza a importância de construir com os alunos indigências concretas de utilização de um *blog* ou de outros espaços sociais da Web 2.0 como apoio a intervenções pedagógicas. Um processo desafiador e difícil que exige cumplicidade de ambas as partes – do professor e do aluno –, haja vista que relações de colaboração/confiança precisam ser construídas associadas a contextos reais de necessidades de novos espaços para além do tempo presencial de uma intervenção pedagógica. A experiência da intervenção pedagógica realizada, em especial no Ciclo II, ainda permite afirmar que o uso de um *blog* associado a recursos de comunicações síncronas, a exemplo do Facebook, que “cutuquem os alunos” no seu *habitat* virtual, tem mais chance de êxito.

De outra parte, como mostrado nas análises dos itens 7.1.1 e 7.1.2.1, as postagens realizadas em uma rede social como o Facebook permitem “outra forma de estar junto dos alunos” (BARBERO, 2014) que, por sua vez, pode incitar reflexões sobre a temática em questão. Como já colocado, os espaços sociais da Web 2.0, associados a dispositivos móveis, como os *smarthphones*, permitem um contato muito próximo com os indivíduos, o que, certamente, tem implicações positivas e negativas. Mas ainda com foco nos aspectos positivos do apoio dos espaços sociais da Web 2.0, um desafio que coloco para pesquisas futuras é a construção de instrumentos de pesquisas que permitam inferir com mais precisão aspectos sobre as reflexões realizadas pelos sujeitos a partir de seus diálogos com as postagens que chegam a eles pelas novas possibilidades proporcionadas pelos recursos das redes sociais que se desenvolvem a partir da Web 2.0 (Facebook, WhatsApp, entre outras).

No entanto, depois de viver a experiência dos ciclos I e II de intervenção pedagógica, um dos grandes desafios na busca pelo apoio dos espaços sociais da Web 2.0 a intervenções pedagógicas – tanto para o professor quanto para o estudante de engenharia – é o tempo. Esses novos espaços sociais, associados aos dispositivos móveis, atravessam as vidas das pessoas. O professor já é um profissional que constantemente leva trabalho pra casa, e os estudantes de engenharia vivem sobrecarregados por causa das demandas das disciplinas cursadas. As TDIC invadem momentos de lazer, de convivência familiar, sendo preciso disciplina e vigilância para estabelecer tempos reais e concretos de utilização desses novos recursos. Para isso, vejo como necessário, assim como foi feito no Ciclo II, que, nas horas previstas para intervenções pedagógicas nas quais seja considerado o apoio dos espaços sociais da Web 2.0, sejam, no mínimo, previstas

horas para tal apoio e que seja colocado de forma muito clara aos sujeitos envolvidos a necessidade de incluir essas horas em suas atividades de trabalho e/ou estudo.

Outro desafio de utilização dos espaços sociais da Web 2.0 é o apoio das Instituições de Ensino ao professor que deseja trilhar esse caminho, em busca de compreender a cultura onde se desenvolvem os novos espaços sociais virtuais e aproveitar os seus recursos em prol de transformações desejáveis e imperativas na educação. Para que isso aconteça, acredito que as Instituições de Ensino têm que assumir ou entender, cada vez mais, 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 e compreender esses novos espaços; e, essencialmente, reconhecer que existe uma nova cultura de comunicação.

Quanto à formação crítica almejada pela pesquisa apresentada nesta tese, além da análise apresentada no item 7.2 do capítulo VII, é necessário, primeiramente, reconhecer que a experiência do Ciclo II da intervenção pedagógica socializada e analisada certamente não foi suficiente para consolidar uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade nos cursos de engenharia da FURB. Os desafios são muitos, mas acredito ter reunido, nesta tese, os elementos para continuar a abrir caminhos para a realização de intervenções pedagógicas com o apoio de espaços sociais da Web 2.0 que provoquem os futuros engenheiros a problematizarem a ciência e a tecnologia de seu tempo e a reconhecerem a necessidade de reflexões profundas sobre seus impactos na sociedade da qual fazem parte. Nesse ínterim, reitero a compreensão da responsabilidade do professor de matemática encontrar formas de contribuir para que a discussão sobre tecnologias que estão na esteira da sociedade se torne cultura nas Instituições de Ensino. Sendo assim, que essa cultura permita o desenvolvimento de valores que representem e defendam o futuro – da civilização da qual todos fazem parte e do planeta – no presente.

No que se refere especificamente à formação crítica, aprendi que rupturas na visão de mundo não são indolores. Visões de mundo são construídas ao longo de uma vida, advém de laços afetivos, de exemplos de vida. Reconhecer isso implica - respeito e responsabilidade - por parte do educador que almeja problematizar visões de mundo, sejam elas quais forem.



## REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de filosofia**. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

ACEVEDO DIAZ, J. A.; VAZQUEZ ALONSO, A.; PAIXAO, M. F. Educación CTS y alfabetización científica y tecnológica: una panorámica general a través de contextos culturales diferentes. **Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad**, v. 2 n. 6 p. 195-207, 2005.

ACEVEDO DIAZ, J. A.; VAZQUEZ ALONSO, A.; MAS, M. A. M.; ROMERO, P. A. Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencia**, v. 2 n. 3, p. 353-376, 2003.

ADAMS, R. S.; FELDER, R. M. Reframing professional development: a systems approach to preparing engineering educators to educate tomorrow's engineers. **Journal of Engineering Education**, v. 97, n. 3, p. 239-240, jul. 2008.

AIKENHEAD, G. S. Research into STS, science education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 1-21, 2009.

ALONSO, K. Tecnologias da informação e comunicação e formação de professores: sobre redes e escolas. **Anais da 10ª JORNATEC – Jornada Catarinense de Tecnologia Educacional**. Florianópolis, 2013.

AMANTE, L. **Facebook e novas sociabilidades: contribuições da investigação**. In: PORTO, C.; EDMEA, S. **Facebook e educação: publicar, curtir, compartilhar**. Campina Grande: EDUEPB, p. 27-46, 2014.

AMBROJO, J. C.; FABREGAT, J. **El desafío de los valores para el ingeniero del siglo XXI**: la formación en la PUC y en entorno español. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2005.

ANDERSON, P. **What is 2.0? Ideas, technologies and implications for education**. JISC Technology & Standards Watch, 2007.

ANTOUN, H. **As transformações da participação na sociedade hiperconectada.** In: ANTOUN, H. **Web 2.0: participação e vigilância na era da comunicação distribuída.** Rio de Janeiro: Manual X. p. 07-28, 2008.

APPLE, M. W. **Education and power.** New York: Routledge, 1995.

AULER, D. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências.** Tese (doutorado) – Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v.1, nov. 2007.

AULER, D. **Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciências.** In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas.** Brasília: Universidade de Brasília, 2011.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica e tecnológica para quê? **Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, p.1-13, jun. 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-tecnologia-sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Eletrônica de Enseñansa de las Ciencias**. v.5, n.2, p.337-335, 2006a.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. **Las Relaciones CTS em La Educación Científica.** 2006b.

BACHELARD, G. **El materialism racional.** Buenos Aires: Paidos, 1976.

BACHELARD, G. **O materialismo aplicado.** Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

BACHELARD, G. **La formation de l'esprit scientifique.** Paris: J. Vrin, 1980.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBERO, M. J. **Ofício de cartógrafo: travessias latino-americanas da comunicação na cultura**. São Paulo: Edições Loyola, 2004.

BARBERO, M. J. **A comunicação na educação**. São Paulo: Contexto, 2014.

BARTOLOMÉ, A.; GRANÉ, M. Interrogantes educativos desde la sociedad del conocimiento. **Aloma: Revista de Psicología, Ciências de l'Educació i de l'Esport**, v. 31 (1), p. 73-81, 2013.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade, e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: EDUFSC, 1998.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade, e o contexto da educação tecnológica**. 2 ed. Florianópolis: EDUFSC, 2011.

BAZZO, W. A. **A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica**. Revista Iberoamericana de Educación, n. 28, 2002.

BAZZO, W. A.; PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; LINSIGEN, I. von; CEREZO, J. A. L.; LUJÁN, J. L.; GORDILLO, M. M.; OSORIO, C.; PEREIRA, L. T. do V.; VALDÉS, C. **Introdução aos estudos CTS (ciência, tecnologia e sociedade)**. Madri: OEI - Organização dos Estados Ibero-Americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2003.

BAZZO, W. A.; LISINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. do V. **Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia**. 2 ed. Florianópolis: UFSC, 2008.

BAZZO, W.A.; PEREIRA, L.T.V. **Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos**. Florianópolis: UFSC, 2006.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. do V.; BAZZO, J. L. dos S. **Conversando sobre educação tecnológica**. Florianópolis: UFSC, 2014.

BAZZO, W.A. **De técnico e de humano: questões contemporâneas**. Florianópolis: UFSC, 2015.

BELLONI, M.L (org). **A formação na sociedade do espetáculo**. São Paulo: Loyola, 2002.

BENSAUD-VICENT, B. **As vertigens da tecnociência: moldar o mundo átomo por átomo**. Tradução: CAZAROTTO, J.L. São Paulo: Idéias & Letras, 2013.

BELLONI, M.L. **O que é mídia-educação**. Campinas: Editora Autores Associados, 2001.

BÉVORT, E.; BELLONI, M. L **Mídia-educação: conceitos, histórias e perspectivas**. Educação e Sociedade. Campinas, v.30, n. 109, p. 1081-1102, 2009.

BELLONI, M.L.; GOMES, N.G. Infância, mídias e aprendizagem: autodidaxia e colaboração. **Educação e Sociedade**, v. 29, n. 104, p. 717-746, out. 2008.

BICUDO, M. A. V. **Estar com o outro no ciberespaço**. ETD – Educação Temática Digital. Campinas, v.10, n. 2, p.140-156, jun. 2009.

BOGDAN, R; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

BRAGA, M. L. S. Comunicação e educação: desafios da atualidade. Florianópolis, **10<sup>a</sup> Jornatec – Jornada Catarinense de Tecnologia Educacional – Anais de Congresso**. Florianópolis; p.47-59, 2013.

BUARQUE, C. **A desordem do progresso; o fim dos economistas e a construção do futuro**. 4 ed. Rio de Janeiro; Paz e Terra, 1993.

CARENZIO, A. **Mídia e escola: representação dos professores e reflexão para uma nova formação em mídia-educação**. In: FANTIN, M e RIVOLTELLA, P. C. **Cultura digital e escola: Pesquisa e formação de professores** Campinas: Papirus, 2012.

CARLETTO, M. R. **Avaliação do impacto tecnológico: alternativas e desafios para a educação crítica em engenharia**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

CASTELLS, M. O informacionalismo e a Sociedade em Rede. In: HIMANEN, Pekka **A ética dos hackers e o espírito da era da informação**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

CASTELLS, M. **Redes de indignação e esperança: movimentos sociais na era da internet**. Tradução: MEDEIROS, C.A. Rio de Janeiro: Zahar, 2013.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**. n.22, p. 89-100, 2003.

CHISTENSEN, C.M. **The innovator's dilemma**. Harvard: Harper Collins Publishers, 2002.

COLL, C.; MONEREO, C. **Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação**. Tradução FREITAS, N. Porto Alegre: Artmed, 2010.

COLLINS, H; PINCH, T. **O Golem**: o que você deveria saber sobre ciência. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

COSTA, R. da. **Por um conceito de comunidade**: redes sociais, comunidades pessoais, inteligência coletiva. In: ANTOUN, H. **Web 2.0: participação e vigilância na era da comunicação distribuída**. Rio de Janeiro: Manual X, p. 29-48, 2008.

COUTINHO, C.; LISBÔA, E. Sociedade da Informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para a educação no século XXI. **Revista de Educação**. Universidade do Minho/Portugal, v. 18, n.1, p. 5-22, 2011.

CURY, H, N. **“Professora eu só errei o sinal”**: como a análise de erros pode esclarecer problemas de aprendizagem. In: CURY, H, N. **Disciplinas matemáticas em cursos superiores: reflexões, relatos, propostas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, p.111-136, 2004.

DAGNINO, R. **O engenheiro e a sociedade**. Florianópolis: Insular, 2013.

DAMIANI, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando os seus benefícios. **Revista Educar**, Curitiba, n. 31, p. 213-230, 2008.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, tensões e transições**. Tese de doutorado. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1991.

DELIZOICOV, D. **Demandas contemporâneas de la educación em ciências y la perspectiva de Paulo Freire**. Mimeo, 2006.

DELIZOICOV, D. **Práticas freirianas no ensino de ciências**. In: MATOS, C. **Conhecimento científico e vida cotidiana**. São Paulo: Teixeira Margem, 2003.

DELIZOICOV, D. La educación em ciências y la perspectiva de Paulo Freire. **Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v.1, n.2, p. 37-62, jul. 2008.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

DEMO, P. **Introdução: Educação Crítica, libertadora e multicultural**. In TORRES, C. A. **Teoria crítica e sociologia política da educação**. Tradução de Maria José do Amaral Ferreira. 2 ed. São Paulo: Cortez: Instituto Paulo Freire, 2011.

DEMO, P. **Rupturas urgentes em educação**. Ensaio: avaliação das Políticas Públicas Educacionais. Rio de Janeiro, v.18, n.69, p.861-872, out/dez. 2010.

DI FELICE, M. Ser redes: o formismo digital dos movimentos net-ativistas. **Revista Matrizes**. São Paulo, v. 7, n.2, p. 49-71, jul/dez, 2013.

DI FELICE, M. Manifestações-neozapatistas (entrevista). **Revista Pesquisa Fapescc**, v.3, n.10, 2014.

DINIZ, L. N.; BORBA, M. C. Leitura e interpretação de dados prontos em um ambiente de modelagem e tecnologias digitais; o mosaico em movimento. **Bolema**, Rio Claro, v. 26, n.43, p. 935-962, ago. 2012.

DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA. Resolução CNE/CES de 11 de março de 2002. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Seção 1, p. 32, 9 abr. 2002.

DREYFUS, H. L. **A internet: uma crítica filosófica à educação a distância e o mundo virtual**. 2 ed. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2012.

ESCOBAR, A. **Welcome to Cyberia**. In: BELL, D.; KENNEDY, B. **The cybercultures reader**. Londres: Routledge, 2000.

ESPÍNDOLA, M.B. **Integração de tecnologias de informação e de comunicação no Ensino Superior**: análises das experiências de professores das áreas de ciências e da saúde com o uso da Ferramenta Constructore. Tese. Rio de Janeiro. UFRJ/IBqM, 2010.

FACEBOOK. **Statistics of Facebook**. 2012. Palo Alto, CA: Facebook. Disponível em: <<http://newsroom.fb.com/content/default.aspx?NewsAreaId=22>>. Acesso em: 20 ago 2015.

FANTIN, M.; RIVOLTELLA, P. C. **Cultura digital e escola: pesquisa e formação de professores**. Campinas, SP: Papirus, 2012.

FILHO, J. A. de C.; SILVA, M. A. da; MAIA, D. L. **Lições do projeto um computador por aluno; estudos e pesquisas no contexto da escola pública**. Fortaleza: EdUECE, 2015.

FERNANDES, C. S.; SCHWERTL, S. L.; LEONEL, A. A. Potencial do uso de blogues na formação inicial de educadores do campo. **Revista Metáfora**, n. 19, p. 98-118, jul-dez. 2015.

FEENBERG, A. **O que é filosofia da tecnologia?** 2003. Disponível em: <[https://www.sfu.ca/~andrewf/Feenberg\\_OQueEFilosofiaDaTecnologia.pdf](https://www.sfu.ca/~andrewf/Feenberg_OQueEFilosofiaDaTecnologia.pdf)>. Acesso em; 20 out. 2014.

FEENBERG, A. Racionalização democrática, poder e tecnologia. **Construção Crítica da Tecnologia & Sustentabilidade**. Brasília, v.1. n.3. 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982.

FREIRE, P. **Educação como prática da Liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1999.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.8, n.2, ago. 2003.

FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica: acerca da las finalidades de la enseñanza da las ciencias**. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

GIL PÉREZ, D. ; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, Bauru, v.7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIROUX, H. A. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Tradução: Daniel Bueno. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

GIROUX, H. La pedagogía crítica en tiempos oscuros. **Praxis Educativa**, n. 17/ 1 e 2, p 13-26, jan/dez 2013.

GIOSTRI, E. C. **Comunidades virtuais de prática como alternativa na formação continuada de docentes da educação superior tecnológica**. Tese de Doutorado. Florianópolis: UFSC, 2008.

GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CERESO, J. A.; LUJÁN LÓPEZ, J. L. **Ciencia, tecnología y sociedad – una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Technos, 1996.

GUILHERME, M. Qual o papel da pedagogia crítica nos estudos de língua e de cultura? Entrevista com Henry Giroux. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, v. 73, p. 131-143, dez. 2005.

HANS, J. **O princípio responsabilidade**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2006.

JENKINS, H.; GREEN, J.; FORD, S. **Cultura da Conexão: criando valor e significado por meio da mídia propagável**. São Paulo: Aleph, 2014.

KELLY, K. **Para onde nos leva a tecnologia**. Tradução: COSTA, F. A. Porto Alegre: Bookman, 2012.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1975.

KUHN, T. S. **La tension esencial**. México: Fondo de Cultura Economica, 1987.

LAPA, A. B.; BELLONI, M. L. **Introdução à educação à distância**. Florianópolis: UFSC/CED/NUP, 2010.

LAPA, A. B.; BELLONI, M. L. Educação a distância como mídia-educação. **Revista do Centro de Ciências da Educação/UFSC**, Florianópolis, v. 30, n.1, p.175-194, 2012.

LAPA, A. **A formação crítica do sujeito na educação a distância: a contribuição de uma análise sócio-espacial**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

LAPA, A. **Reflexões críticas sobre a formação em redes sociais**. In: NERGMAN, J y GRANÉ, M. **La universidad em la nuven**. LMI, Col·lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius. Universidade de Barcelona. Barcelona, 2013.

LÉVY P. **Cibercultura**. Rio de Janeiro: 34 Letras, 1999.

LÉVY P. **Cyberdemocratie**. Paris: Odile Jacob, 2002.

LINSINGEN, I. V. O enfoque CTS e a educação tecnológica: origens, razões e convergências curriculares. **XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – Anais de Congresso**. Rio de Janeiro: IME, 2003.

LINSINGEN, I. V. **CTS na educação tecnológica: tensões e desafios**. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación – CTS+I. p. 1-13, 2006.

LINSINGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na America Latina. **Ciência & Ensino**, v.1, n. especial, nov 2007.

LLOSA, V. M. **A civilização do espetáculo: uma radiografia do nosso tempo e da nossa cultura**. 1 ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2013.

LÓPEZ CERESO, J. A. Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de cuestión em Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**. Madrid, n.18, p. 41-68, 1998.

MALCOM, S.M. **The Human Face of Engineering** – especial guest editorial. *Journal of Engineering Education*, jul. 2008.

MANCUSO, R. **Clubes de Ciências: criação, funcionamento, dinamização**. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.

McLAUREN, P. **Revolutionary multiculturalism: pedagogies of dissent for the new millennium: the edge, critical studies in educational theory**. Boulder: Westview Press, 1997.

MORAN, J. M. As novas tecnologias e o universo escolar. **Revista A&E**. n. 20, out. 2012.

MOREIRA, A. F. B.; KRAMER, S. Contemporaneidade, educação e tecnologia. **Educação & Sociedade**, Campinas: v. 28, n. 100, p. 1037-1057 out. 2007.

MORIN, E. É preciso educar os educadores, 2013. Disponível em: <<http://www.fronteras.com/entrevistas/entrevista-edgar-morin-e-preciso-educar-os-educadores>>. Acesso em: 16 fev. 2016.

NEUMAN, W.R. *et al* (orgs). **The affect effect: dynamics of emotions in political thinking and behavior**. Chicago: University, p. 146-55, 2009.

NIEZWIDA, N. R. A. **Educação tecnológica com perspectiva transformadora: a formação docente na constituição de estilos de pensamentos**. Tese de Doutorado. Florianópolis: UFSC, 2012.

NÓVOA, A. Nada será como antes. **Revista Pátio – Ensino Fundamental: o futuro da sala de aula**, Porto Alegre, n. 77, nov. 2014.

NÓVOA, A. **Formação de professores e trabalho pedagógico**. Lisboa: Educa, 2002.

OLIVEIRA, A. R. E. **Os desafios atuais para a formação dos engenheiros brasileiros**. Cadernos FISENGE 3. Rio de Janeiro: Federação Interestadual de Sindicatos de Engenheiros, 2007.

O'REILLY, T. BATTELLE, J. **Web squared: web 2.0 five years on**. 2009. Disponível em: <<http://www.web2summit.com/web2009/public/schedule/detail/10194>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

PIAGET, J; GARCIA, R. **Psicogenesis y história de la ciência**. México: Siglo XXI, 1984.

PINTO, M.A.C. **Ciência, tecnologia e engenharia**. Revista do BNDES 32, dez. 2009.

PINTO, D. P.; PORTELA, J. C. da S.; OLIVEIRA, V. F. de. **Diretrizes curriculares e mudança de foco nos cursos de engenharia**. XXXI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – Anais de Congresso. Rio de Janeiro, set. 2003.

PONTES, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações matemáticas na sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.

POSTMAN, N. **Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia**. São Paulo: Nobel, 1994.

PRETTO, N. L. **Tecnologias e novas educações**. Salvador: EDUFBA, 2005.

PRETTO, N. L. O desafio de educar na era digital: educações. **Revista Portuguesa de Educação**, n. 24 (1), p. 95-118, 2011.

PRETTO, N. L. **Reflexões: ativismo, redes sociais e educação**. Salvador: EDUFBA, 2013.

PRIMO, A.; SMANIOTTO, A. M. R. Comunidades de blogs e espaços conversacionais. **Prisma.com**, v.3, p. 1-15, 2006.

PRIMO, A. **O aspecto relacional das interações na Web 2.0**. In: ANTOUN, H. (org). **Web 2.0: participação e vigilância na era da comunicação distribuída**. Rio de Janeiro: Manual X, 2008. 286. p. 101-122.

QUÉAU, Ph. Cibercultura e infoética. In: MORIN, E. **O desafio do século XXI: religar conhecimentos**. Lisboa: Instituto Piaget, 2001, p.403- 419.

RECUERO, R. **Redes Sociais na internet: considerações iniciais**. Disponível em: <<http://www.pontomidia.com.br/raquel/intercom2004final.pdf>> Acesso em 10 nov 2014.

RHEINGOLD, H. **Comunidade virtual**. Lisboa: Gradiva, 1996.

RUDIGER, F. **As teorias da cibercultura: perspectivas, questões e autores**. Porto Alegre: Sulina, 2011.

SANCHO, J. La transformación de las tecnologías de la información y la comunicación em tecnologías de la educación: componentes de un camino incierto. **Revista Diálogo Educativo**, Curitiba, v. 9, n. 28, p. 651-669, set./dez. 2009.

SANT'ANNA, L dos S.; FERREIRA, A.P.; ALENCAR, M.S.de M. Rota de risco da nanotecnologia: uma visão geral. **Revista Uniandrade**, v. 13, n. 3, p.221-234, 2013.

SANTOS, N. **A era do conhecimento: os novos desafios profissionais de engenharia**. Semana Oficial da Engenharia e da Agronomia, 2004.

SANTOS, W. L. P. dos S.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (ciência, tecnologia e sociedade) no contexto da educação brasileira. **Pesquisa em Educação em Ciências**, v.2, n.2, dez. 2002.

SANTOS, W. L. P. dos S. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 109-131, mar. 2008.

SANTOS, W. L. P. dos S.. Educação científica e tecnológica: um compromisso de educadores e cientistas para o desenvolvimento da ciência e tecnologia no Brasil. **Revista Virtual de Gestão de iniciativas sociais**. 2009. Disponível em: <http://www.ltds.ufrj.br/gis/artigos.htm>. Acesso em: 16 dez. 2014.

SANTOS, W. L. P. dos S. **Significados da educação científica com enfoque CTS**. In: SANTOS, W. L. P. dos S.; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

SANTOS, R. S.; SANTOS, E. O. Cibercultura: redes educativas e práticas cotidianas. **Revista Eletrônica Pesquisaeduca-p**. v. 04, n. 07, jan-jul. 2012.

SANTOS, M. da G.; GASPAR, M. I. O blog como ferramenta auxiliar na aprendizagem colaborativa. **II Congresso Internacional TIC e Educação - Atas**. p.2383-99, 2012.

SANTOS, E. **Pesquisa – formação na cibercultura**. Whitebooks, 2015.

SANTOS, E.; PORTO, C. **Facebook e educação: publicar, curtir, compartilhar**. Campina Grande; EDUEPB, 2014.

SANTOS, L. M. dos; MIARK, R.; SIPLE, I, Z. O uso de *blogs* como tecnologia educacional narrativa para a forma/ação inicial docente. **Bolema**, Rio Claro, v. 28, n. 49, p.926-949, ago. 2014.

SCHWERTL, S. L; BUCH, G.; LONGHI, A.; BRANDT, P.; AKIO, K. W. Utilização de um *blog* coletivo como elo de comunicação entre escolas de ensino médio e universidade no âmbito do projeto ENERBIO – energia da transformação. **Anais do XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE**. Gramado, 2013.

SETTON, M. da G. **Mídia e Educação**. São Paulo: Contexto, 2010.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática Crítica: a questão da democracia.** Campinas: Papyrus, 2013.

SNYDERS, G. **A alegria na escola.** São Paulo: Manole, 1988.

SOLOMON, R.; FLORES, F. **Construa confiança.** São Paulo: Record, 2002.

TAVARES, C. Mídia, educação e comunicação como direito humano. **MEC/Programa Salto para o Futuro**, Brasília, v. 20, p. 33-40, 2013.

TEIXEIRA, G. G. S. **As TDIC na formação inicial de professores de física: a voz dos egressos e licenciandos do curso.** Dissertação de Mestrado. Florianópolis, 2014.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação.** 10. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

TORRES, C. A. **Education, Power, and, personal biography: dialogues with critical educators.** New York: Routledge, 1998.

TORRES, C. A. (org.) **Teoria crítica e sociologia política da educação;** tradução de Maria José do Amaral Ferreira. 2 ed. São Paulo: Cortez: Instituto Paulo Freire, 2011.

VEST, C. M. Context and challenge for twenty-first century engineering education – special guest editorial. **Journal of Engineering Education**, v. 97, n.3, jul. 2008.

VILLANI, A.; PACCA, J. L. de A.; FREITAS, D. de. **Formação do professor de ciências no Brasil: tarefa impossível?** 2002. Disponível em: <[http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=epef&cod=\\_formacaodoprofessordecie](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=epef&cod=_formacaodoprofessordecie)>. Acesso em: 16 dez. 2014.

WINNER, L. **La ballena y el reactor: una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología.** Barcelona: Gedisa, 1987.

## APÊNDICES

### APÊNDICE I

#### UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU

**Projeto:** Educação e Tecnologia: Investigando o potencial das redes sociais virtuais para a formação do sujeito e a produção do conhecimento.

**Coordenação Núcleo-UFSC:** Andrea Brandão Lapa - NÚCLEO UFSC

**Pesquisadora:** Professora Simone Leal Schwertl – (co-orientação profa. Andrea Brandão Lapa)

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar voluntariamente da pesquisa intitulada “*Educação e Tecnologia: Investigando o potencial das redes sociais virtuais para a formação do sujeito e a produção do conhecimento*”. A pesquisa se insere em um contexto maior de investigação que acontece no grupo de pesquisa Comunic/UFSC, tem apoio do Observatório de Educação da CAPES no projeto em rede nº 20336 e tem na coordenação geral a prof. Tamara Egler da UFRJ.

Os dados coletados durante a pesquisa, através de entrevistas e questionários, visam fornecer informações para a análise das possibilidades de uso das redes sociais virtuais para a formação do sujeito e a produção do conhecimento.

A identidade dos participantes deste estudo será tratada de forma confidencial pelo pesquisador e a análise dos dados coletados preservará o anonimato de seus informantes.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso ao pesquisador responsável que pode ser encontrado no e-mail: [simone.leal.shwertl@terra.com.br](mailto:simone.leal.shwertl@terra.com.br) ou no telefone (47) 99289262.

Este termo de consentimento é uma etapa necessária para garantir a ética nas pesquisas que envolvem seres humanos. Leia atentamente o seguinte termo e, caso concorde, preencha seus dados e assine no local indicado abaixo.

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE, APÓS  
ESCLARECIMENTO**

Eu, \_\_\_\_\_,  
portador do documento de identidade no \_\_\_\_\_, expedido  
pelo órgão \_\_\_\_\_, li o texto acima e compreendi  
para que serve o estudo no qual estou participando. A explicação, que  
recebi, esclarece sobre riscos e benefícios do estudo.

Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer  
momento, sem justificar minha decisão e que isso não representará  
nenhum prejuízo para mim, como aluno da FURB. Sei que minha  
identidade não será divulgada e que os resultados desta pesquisa não  
implicarão em nenhuma consequência para mim. Sei que não terei  
despesas e não receberei dinheiro por participar do estudo. Eu concordo  
em participar e confirmo ter recebido cópia desse documento por mim  
assinado.

Blumenau , \_\_\_\_/ \_\_\_\_/ \_\_\_\_\_

(Assinatura do voluntário) \_\_\_\_\_

## APÊNCICE II

## Carta de apresentação

Prezado (a) Aluno (a)

Meu nome é Simone Leal Schwertl, sou professora na FURB e doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – PPGECT da UFSC, e meu trabalho de tese versa sobre a Educação Científica e Tecnológica em cursos de engenharia, apoiada pelos espaços sociais da Web 2.0.

Tenho como objetivo *investigar que contribuições podem ser evidenciadas pela inclusão de espaços sociais da WEB 2.0 no âmbito de uma intervenção pedagógica estruturada com vistas a promover uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em cursos de engenharia.*

Sendo assim, convido-o a dar sua contribuição para que esse objetivo seja alcançado, primeiro por sua participação no **Ciclo de debates sobre tecnologias emergente: o caso da Nanotecnologia**, cujos encontros presenciais serão gravados; e segundo respondendo a um questionário de 15 questões de múltipla escolha. Outros questionamentos poderão ainda ser realizados na forma de questionário ou na forma de entrevista em horário e data previamente agendada.

Asseguro que todos os dados fornecidos serão confidenciais e nenhum participante do estudo será identificado em qualquer comunicação ou publicação futura. Para qualquer informação adicional, favor entrar em contato pelo telefone (47) 99289262 ou pelo *e-mail* silealschwertl@gmail.com.

Atenciosamente

---

Simone Leal Schwertl

Blumenau, 14 de março de 2015

## APÊNCIDE III

**Termo de consentimento**

Eu,

\_\_\_\_\_,  
concordo em participar voluntariamente do estudo – **Educação Científica e Tecnológica em cursos de engenharia apoiada por espaços sociais da Web 2.0.**

Reconheço que os dados poderão ser utilizados em futuras publicações, desde que meu anonimato e sigilo da autoria de minhas respostas sejam garantidos. Reservo-me, ainda, o direito de interromper minha participação quando desejar.

Blumenau \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura

APÊNCIDE IV

Educação Científica e Tecnológica  
em cursos de engenharia  
com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0

Simone Leal Schwertl

**Orientador: Walter A. Bazzo**

**Co-orientadora: Andrea B. Lapa**

## Quem escreve esta tese ?



## Ser professor em um curso de engenharia



Formação Institucional  
FURB- CCT (2002)

Aproximação CTS

Participação  
nos  
COBENGEs

Despertar  
para outras  
dimensões da ECT



## Uma constatação

A necessidade de ampliar nos cursos de engenharia espaços que promovam reflexões críticas sobre as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

## Questionamentos

- **Como se promove reflexões críticas sobre as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade?**

Quais devem ser as preocupações?

Que aspectos devem balizar estas reflexões em cursos de engenharia ?

## A oportunidade

Fazer o doutorado no PPGET  
era a grande oportunidade  
para responder aos questionamentos e  
buscar subsídios para contribuir, para agir.

## A busca por novas possibilidades ...

- A abertura das Diretrizes Curriculares dos cursos de engenharia permite pensar em atividades para além das disciplinas. Surgiam ideias:
  - Um clube de engenharia para discutir questões contemporâneas?
  - Uma sala de debates?
  - Pensávamos em um espaço diferenciado...

## Uma curiosidade

- Uma nova cultura de informação e comunicação



## A oportunidade de um estudo não solitário sobre a *cultura digital* ou a *cibercultura*

- Disciplina Educação Mediada por Tecnologias (PPGECT)
- Participação no grupo COMUNIC – confluência das áreas educação e comunicação
- Co-orientação de Andrea Lapa com a participação como bolsista (Observatório da Educação / CAPES) da pesquisa RPPE - UFRJ - Tamara Egler
- Núcleo UFSC – potencial da apropriação dos espaços sociais da Web 2.0 no ensino

## Tema

Educação Científica e Tecnológica  
em cursos de engenharia  
com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0

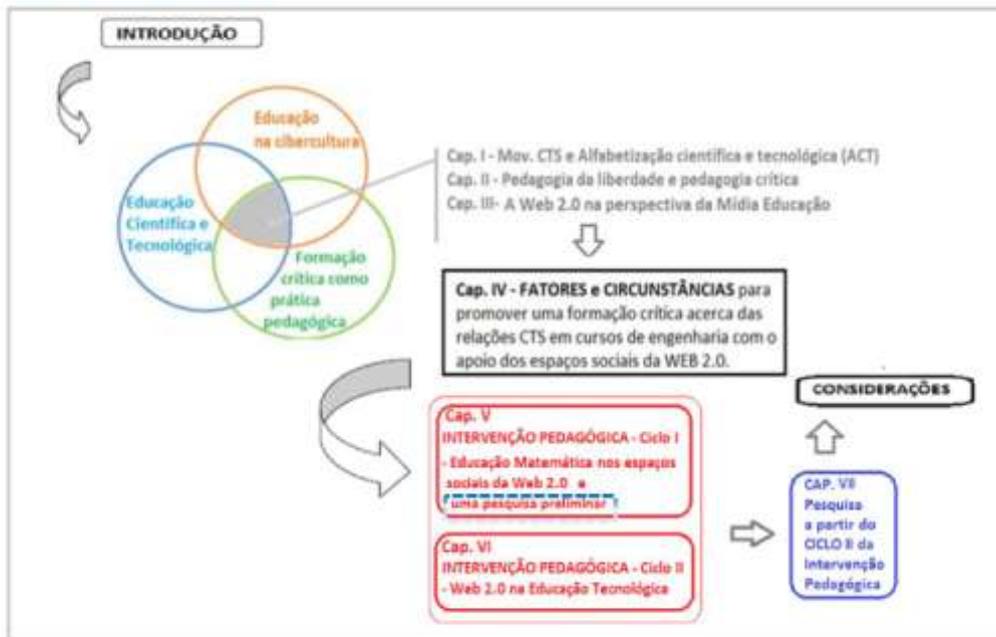
## Objetivo Geral

Investigar como promover uma formação crítica sobre  
as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade  
em cursos de engenharia  
com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0.

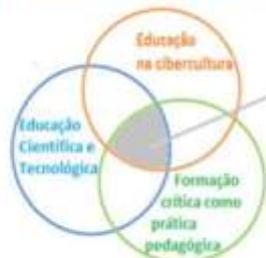
## Objetivos específicos

- **Identificar** o que designo de *Fatores e circunstâncias (FC)* balizadores de uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, no debate das seguintes áreas: Educação Científica e Tecnológica, Educação Crítica e Educação na Cibercultura.
- **Estruturar e aplicar** uma intervenção pedagógica com vistas a contribuir para uma formação crítica acerca de ciência, tecnologia e sociedade, tendo como subsídios os *Fatores e circunstâncias* identificados no debate das três áreas supracitadas.
- **Analisar a prática pedagógica** realizada na perspectiva de sinalizar contribuições para promover, com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0, a formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em cursos de engenharia.

## Organização da Tese



## Determinação dos fatores e circunstâncias



**Fatores e circunstâncias** para promover, em cursos de engenharia e com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0, uma formação crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

**(a) Como diretrizes para conduzir uma formação crítica acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade .**

Autores  
Bazzo, Dagnino, Linsingen;  
López Cerezo, García;  
Auler e Delizoicov e Fourez

**(b) Como aporte pedagógico para uma formação crítica.**

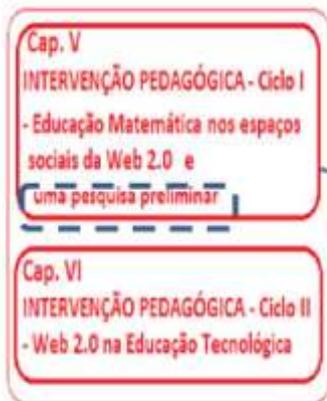
Autores  
Freire, Delizoicov,  
(Delizoicov, Angotti e  
Pernambuco)  
Giroux .

**(c) Como possibilidades dos espaços sociais da Web 2.0 para a Educação.**

Autores  
Bevort , Belloni e Gomes;  
Rudiger, Castells, Barbero;  
Lapa, Fantin e Rivoltella, Pretto;  
Moran , Nóvoa, Morin, Santos;  
Dentre outros



## A intervenção pedagógica

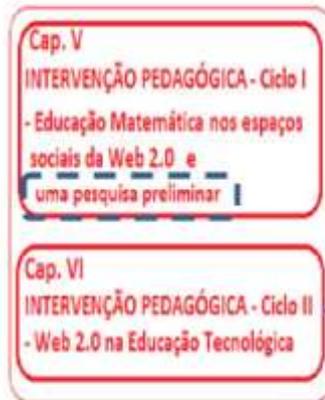


É por meio de ciclos de experimentação e reflexão que os professores ressignificam as tecnologias em seu contexto, processo fundamental para que ocorra inovação em sua prática pedagógica (Espíndola, 2010)

- **Objetivo Pedagógico:**

- Ampliar as possibilidades de discussões de Matemática Básica.
  - Investigações matemáticas (PONTES, 2013)/ discussões de erros (CURY, 2004).
- Provocar discussões sobre a apropriação de resoluções matemáticas inadequadas que desestabilizassem convicções equivocadas e promovesse o reconhecimento da necessidade da apropriação correta de propriedades e conceitos de matemática básica. De forma a contribuir para que essa matemática deixasse de ser barreira para a compreensão da matemática exigida nos cursos de engenharia.

## A intervenção pedagógica



É por meio de ciclos de experimentação e reflexão que os professores ressignificam as tecnologias em seu contexto, processo fundamental para que ocorra inovação em sua prática pedagógica (Espindola, 2010)

- *Objetivo Pedagógico:*

- 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.

### A matemática esteve presente mas não foi o foco de análise.

Este ciclo está em confluência com o que Gonzáles Garcia *et al* (1996) designam de CTS puro, uma abordagem onde os conhecimentos científicos e técnicos não são o centro da organização da atividade, mas são utilizados para compreensão da abordagem CTS.

## Articulação entre as pesquisas realizadas a partir da intervenção pedagógica

### Pesquisa preliminar CICLO I

Categorias de análise

Apropriação dos estudantes dos espaços sociais da Web 2.0 para discussão de tópicos de Matemática Básica

**Diálogo tradutor nos espaços sociais da Web 2.0 - desafios e possibilidades**

### Pesquisa CICLO II

Categorias de análise

Consciência crítica acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade

**Diálogo tradutor com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0**



## Dialogicidade tradutora

Processo no qual cabe ao professor identificar e formular problemas  
com vistas a conduzir

**por meio do diálogo entre os conhecimentos**

**- do professor e do aluno -**

a conscientização e a necessidade

da abordagem e da apropriação de novos conhecimentos,

que permita o trânsito da **consciência primeira**

para uma

**consciência mais crítica**

(DELIZOICOV, 1991).

## Pesquisa Preliminar a partir do Ciclo I da intervenção pedagógica

- **Sujeitos**

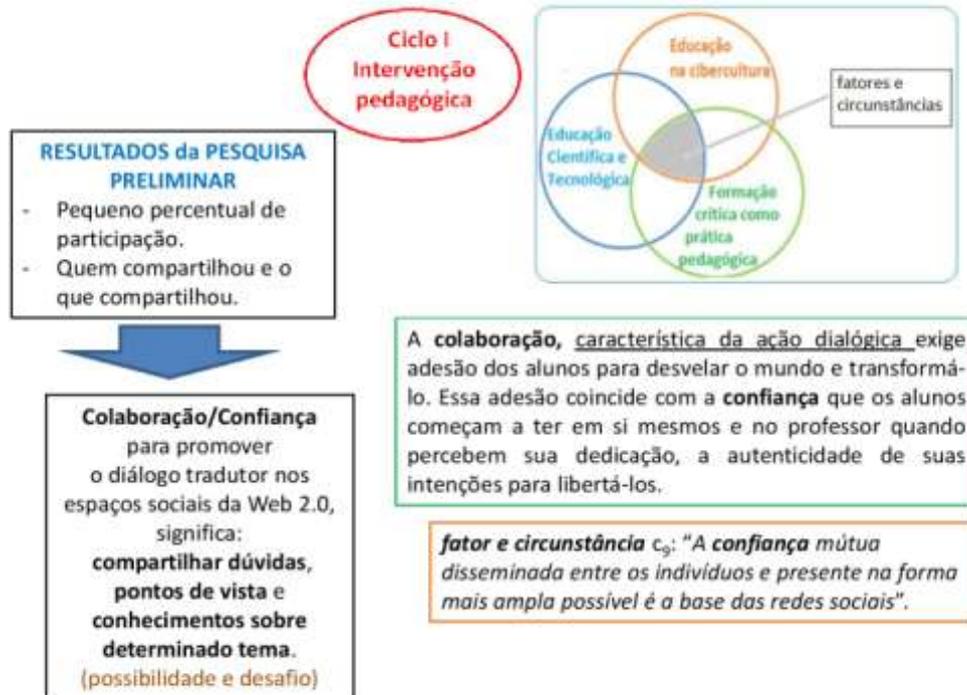
- 250 alunos dos seis cursos de engenharia da FURB matriculados na disciplina Módulos de Matemática Básica.

- **Dados de análise**

- Postagens e comentários realizados em um *blog coletivo* e em um grupo fechado do Facebook.
  - Respostas aos questionários A e B aplicados durante a intervenção pedagógica do Ciclo I.

- **Categorias de análise**

- I - A apropriação dos estudantes dos espaços sociais da Web 2.0.
  - II – O diálogo tradutor com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0..



## A preparação para o Ciclo II - Formação crítica CTS Ensinamentos de Freire

*A **confiança** que se **faz colaboração**  
"implica no testemunho que um sujeito dá ao outro  
**de suas reais e concretas intenções"**  
(FREIRE, 1982, p. 96)*

O papel do educador não é falar da sua visão de mundo, muito menos tentar impô-la.

*"**Desrespeitar a visão de mundo individual/particular é  
uma espécie de invasão cultural**  
ainda que feita com a melhor das intenções"  
(FREIRE, 1982, p.101)*

*Por que **a visão de mundo** que se manifesta nas diversas formas de  
ação **reflete a situação do indivíduo** no mundo em que se constitui.*



## Por que a nanotecnologia ?

### Um exemplo de uma tecnologia emergente

Que se desenvolve em um regime de produção de conhecimento científico que integra fortemente a lógica empresarial e a captação de recursos para o desenvolvimento de pesquisas: **“Tecnociência”**



Conseguir recursos se tornou o objetivo principal das pesquisas científicas

**A Tecnociência**  
de forma um tanto ousada,  
está transformando  
a natureza e a sociedade  
num vasto cenário  
experimental  
(Bensaude-Vincent, 2013).

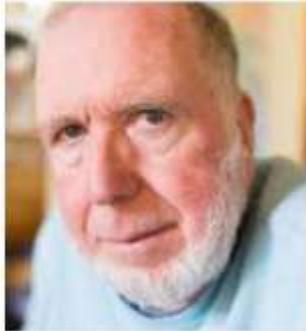


- Por exemplo a nanotecnologia já está presente em muitos produtos de nosso consumo diário e não há consenso na comunidade científica acerca de seus impactos no meio ambiente e na saúde humana, principalmente no que se refere ao uso em grande escala, o mesmo acontece com os **alimentos transgênicos** e com a **radiação** das redes de internet sem fio.



## A evolução da tecnologia é inevitável

“E o único caminho de avaliar uma nova tecnologia, é colocá-la na esteira, é testá-las em ação e em tempo real”



A necessidade de reflexão, de controle e de monitoramento constante e em tempo real ...



**Mas para reconhecer a necessidade de controle e monitoramento, é preciso conhecer.**

A quantas anda a discussão  
das tecnologias emergentes  
nas Instituições de Ensino?

Tecnologias emergentes é um tema profícuo para  
promover uma formação crítica CTS com o apoio dos  
espaços sociais da Web 2.0,  
principalmente, em cursos de engenharia.

Na perspectiva Freireana  
-tecnologias emergente -

- principalmente a discussão sobre seus impactos na sociedade -  
entraria como um tema dobradiça, ou seja, uma temática proposta  
pelo professor que compreende e conhece o universo temático dos  
estudantes.

## Pesquisa a partir Ciclo II da Intervenção Pedagógica

- **Sujeitos**  
Treze alunos dos seis cursos de Engenharia da FURB, sendo um do curso de Arquitetura.
- **Dados analisados**  
Postagens e comentários realizados em um *blog* fechado e em um grupo fechado do Facebook, as transcrições dos 5 encontros presenciais do ciclo de debates sobre nanotecnologia e as respostas ao questionário C.
- **Categorias de análise**
  - I - A *dialogicidade tradutora* com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0
  - II - A *consciência crítica* acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

I - A *dialogicidade tradutora* com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0

“outra forma de estar junto” (BARBERO, 2014)

O que é possível fazer nos espaços sociais?

## Diálogo tradutor por meio de postagens?

No blog: (35 A – 14 P)

	<b>Participantes</b> <i>(Percentuais relacionados ao total de postagens sobre nanotecnologia)</i>	<b>Professora</b> <i>(Percentuais relacionados ao total de postagens sobre nanotecnologia)</i>
<i>No blog</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>75% (27) aplicações</b></li> <li>• 11,1% (04) o que é nanotecnologia, propriedades e aspectos históricos.</li> <li>• 2,8% (01) regulamentação de produtos com nanotecnologia</li> <li>• 11,1% (04) <u>riscos das nanopartículas e impactos negativos da nanotecnologia</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 14,3% (02) aplicações</li> <li>• 7,2% (01) possibilidades de pesquisa no Brasil</li> <li>• 21,4% (03) o que é nanotecnologia, propriedades e aspectos históricos</li> <li>• 21,4% (03) <u>regulamentação de produtos com nanotecnologia</u></li> <li>• 35,7% (05) <u>riscos das nanopartículas e impactos negativos da nanotecnologia</u></li> </ul>

## No grupo do Facebook: (38 A – 40 P)

	<b>Participantes</b> <i>(Percentuais relacionados ao total de postagens sobre nanotecnologia)</i>	<b>Professora</b> <i>(Percentuais relacionados ao total de postagens sobre nanotecnologia)</i>
<b>No grupo fechado do Facebook</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>81,1% (31) aplicações</b></li> <li>• 2,7% (01) regulamentação</li> <li>• 5,4% (02) o que é nanotecnologia, propriedades e aspectos históricos</li> <li>• 5,4% (02) panorâmica das pesquisas em nanotecnologia no Brasil e no mundo</li> <li>• 5,4% (02) riscos das nanopartículas e impactos negativos da nanotecnologia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>45% (18) aplicações</b></li> <li>• 2,5% (01) Fontes de nanopartículas (engenheiradas e naturais)</li> <li>• 2,5% (01) pesquisa em Nanotecnologia no Brasil</li> <li>• <b>2,5% (01) regulamentação de produtos com nanotecnologia</b></li> <li>• <b>7,5% (03) propriedades das nanopartículas - aspectos positivos e negativos</b></li> <li>• <b>22,5% (09) riscos das nanopartículas e impactos negativos da nanotecnologia</b></li> <li>• 2,5% (01) a importância do ciclo de vida dos produtos com nanopartículas</li> <li>• 10% (04) divulgação e material de evento sobre nanotecnologia (caracterização de nanopartículas) realizado no mesmo período da intervenção pedagógica</li> <li>• 2,5% (01) divulgação de programa na rádio CBN sobre nanotecnologia (palestrantes: representante da ABDI e professor de física da USP), no momento da transmissão.</li> <li>• 2,5% (01) símbolos propostos pela área de segurança química para serem usados em produtos com nanotecnologia</li> </ul>

	Alternativas de respostas questionário C avaliação do ciclo de debates								
	a) Não contribuiu	b) Apenas os encontros presenciais contribuíram	c) Apenas as postagens no blog contribuíram	d) Apenas a pesquisa individual contribuiu	e) Outra resposta contribuíram:			TOTAL	
					Encontros presenciais e postagens	Encontros presenciais e pesquisa individual	Encontro presencial postagens e pesquisa individual		
O que é	0	4	1	1	3	1	3	0	(53,8%)
Propriedades	1	1	1	1	2	2	1	4	(31%)
Regulamentação	0	3	3	0	5	0	3	0	(77%)
Nanotecnologia no Brasil	0	5	2	0	4	0	2	0	(61,5%)
Nanotecnologia no Mundo	0	3	3	0	2	1	4	0	(69,2%)
Impactos	0	2	2	0	2	2	4	0	(61,5%)
Aplicações	0	3	1	0	2	2	4	0	(53,8%)

I - A *dialogicidade tradutora* com o apoio dos espaços sociais da Web 2.0  
“outra forma de estar junto” (BARBERO, 2014)

**Possibilidade de construir problematizações nos espaços virtuais**

**Contextos**

disponibilidade para fazer comentários

- **Contexto A** – Postagens (desafios - duas postagens são destacadas).
- **Contexto B** – Necessidades concretas de ampliação de tempo real.

**Colaboração/Confiança**

expressa pela socialização de conhecimentos e pontos de vista nos espaços sociais na Web 2.0

## II - A *consciência crítica* acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

A partir da **confiança** que se fez **colaboração** foi possível:

- ✓ O reconhecimento dos impactos de uma tecnologia a partir da apropriação de conhecimentos sistematizados.
- ✓ Discutir a não neutralidade da ciência e da tecnologia.
- ✓ Para além da eficiência técnica e dos valores econômicos.

### • **Um desafio identificado**

A crença de que os impactos negativos de uma tecnologia na sociedade, inevitavelmente, **poderão ser corrigidos com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia**, seja pelo avanço da própria tecnologia ou pela criação de uma nova.

- **Contribuições do apoio dos espaços sociais da Web 2.0**

**“outra forma de estar junto” (BARBERO, 2014)**

- Desvelar sítios da internet que trazem uma face da tecnologia que pode estar oculta na rede por conta da lógica mercadológica da Web 2.0 e por não ser interesse do poder hegemônico.
- Trazer especialistas sobre o tema para o debate.
- Uma linguagem que acolhe a forma de comunicação dos jovens , que contribuiu para a realização de problematizações ao longo do ciclo de debates.

- **Desafios para o apoio dos espaços sociais da Web 2.0 junto a intervenções pedagógicas**

- A relação hierarquizada que marca a relação professor-aluno.
- Conseguir o apoio da IE para que os professores possam compreender a cultura onde se desenvolvem os novos espaços sociais virtuais para aproveitar os seus recursos em prol de transformações desejáveis e imperativas na educação.
- O tempo.

## O que levo comigo ?



Cada vez mais é necessário uma Educação ampla pela qual não apenas o desenvolvimento de novos aparatos tecnológicos seja o ponto de chegada. **Reflexões acerca dos resultados e aplicações tecnológicas** - que tanto deslumbram por suas badaladas utilidades - hoje mais do que nunca precisam entrar na pauta de preocupação dos ambientes escolares.

[...] Nunca foi tão claro este posicionamento pelos fatos e acontecimentos que presenciamos no dia a dia.

(BAZZO, 2015, grifo meu)

## O que levo comigo ?

- Acredito ter reunido, nesta tese, os elementos básicos para continuar a abrir caminhos para a realização de intervenções pedagógicas com o apoio de espaços sociais da Web 2.0 que provoquem os futuros engenheiros a problematizarem a ciência e a tecnologia de seu tempo e a reconhecerem a necessidade de reflexões profundas sobre seus impactos na sociedade da qual fazem parte.
- A compreensão da responsabilidade e da necessidade dos professores, em especial os de matemática, encontrarem formas de contribuir para que a discussão sobre tecnologias que estão na esteira da sociedade se torne cultura nas IE.
- E sendo assim, que essa cultura permita, contribua, o desenvolvimento de valores que:

*representem e defendam*

*o futuro*

*– da civilização e do nosso planeta –*

*no presente*

## O que aprendi sobre formação crítica?

- Rupturas na visão de mundo não são indolores.
- Os valores que constituem uma visão de mundo foram/são construídos ao longo de uma vida, advém de laços afetivos, de exemplos de vida, do mundo que o constitui.
- Isso implica em muita **responsabilidade e respeito, por parte do educador** que almeja problematizar a visão de mundo do indivíduo. Seja ela qual for.

*Este momento  
é dedicado a*  
**PROFESSORA**  
*Regina Elena Dolco*



*Partiu em 06-11-2014*

MUITO obrigada !

[silealschwertl@gmail.com](mailto:silealschwertl@gmail.com)



## ANEXOS

### ANEXO I - QUESTIONÁRIO A – CICLO I

#### Universidade Regional de Blumenau Módulos de Matemática Básica

---

#### Questionário

- 1) Você costuma usar recursos da Internet para seus estudos?  
Quais?

---

---

---

---

---

- 2) Você acessou o Blog: *Desafios Engenharia*, para seus estudos de Mat. Básica?

---

- 3) Se respondeu SIM , **a questão 2**, comente o que achou da proposta do BLOG , das postagens e como utilizou este espaço.

---

---

---

---

---

- 4) Se respondeu NÃO, **a questão 2**, comente sua resposta .

---

---

---

---

---

- 5) Você teria alguma crítica ou sugestão para a melhor utilização do BLOG pelos alunos? Comente.

---

---

---

---

---

- 6) Os alunos não fizeram nenhuma postagem no BLOG, por que vc acha que isso acontece?

---

---

---

---

---

---

---

---

- 7) Você usou o grupo fechado do Facebook - *Engenharia Primeiros Desafios* - para seus estudos? Comente como usou, ou por que não usou. Se ajudou ou não.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- 8) Você tem alguma crítica ou sugestão quanto a utilização de um grupo fechado no Facebook – *Engenharia Primeiros Desafios* - como suporte de comunicação para a atividade módulos de matemática básica? Comente.

---

---

---

---

---

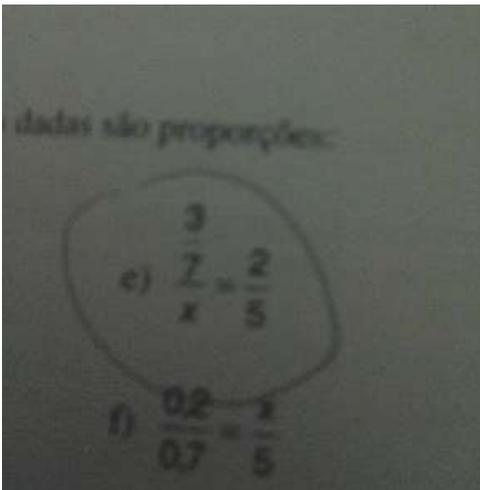
## ANEXO II - QUESTIONÁRIO B – CICLO I

## Questionário – Disciplina Módulos de Matemática Básica

- 1) Como você acessa Internet?  
 pelo celular  
 pelo seu notebook  
 pelo computador de sua casa  
 pelo computador da FURB  
 outros. \_\_\_\_\_
  
- 2) Como você vê a inclusão de alunos de outros semestres, ou de outras turmas no grupo do Facebook aberto pela professora de Mat. Básica?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
- 3) Você acha importante discutir temas contemporâneos durante a sua formação de engenheiro(a)? Por que?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
- 4) Que temas contemporâneos você acredita que trariam contribuições para sua formação na engenharia?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
- 5) Você participaria de um curso sobre temas contemporâneos, se pudesse validar como AACCs? ( ) Sim ( ) Não
  
- 6) Qual seria o melhor horário para oferta do curso?  
 dia da semana a tarde  
 sábado pela manhã  
 sábados a tarde  
 outros \_\_\_\_\_

ANEXO III - POSTAGENS DOS ALUNOS NO FACEBOOK  
PEDINDO AJUDA - CICLO I**Postagem 1 : Um aluno pedindo ajuda ao grupo**

Aluno da disciplina

19 de março de 2014Alguém poderia me ajudar nessa questão do capítulo VI -  
Questão 3 letra E. POR FAVOR

Curfir

Visualizado por 204

- 
 veterano Pra resolver essa questão, você precisa tratar a fração  $3/7$  do lado esquerdo da equação como uma coisa só. Tente visualizar essa fração  $3/7$  entre parênteses, como se fosse um único número. Se ela é, agora, um único número, basta que você multiplique em cruz, como de costume. Depois, isole e resolva para  $x$ . Dessa equação da figura, é possível escrever:

$$\begin{aligned} (3/7) / x = 2 / 5 &\Rightarrow (3/7) * 5 = 2 * x \\ \Rightarrow 15 / 7 = 2 * x &\Rightarrow x = (15/7) / 2 \\ \Rightarrow x = 15/14 \end{aligned}$$

Espero que ajude.

19 de março de 2014 às 20:11 · Curfir · 1

- 
 veterano Uma outra possibilidade é você resolver a divisão de frações do lado esquerdo da equação primeiro. Você está dividindo  $3/7$  por  $x$ , logo você deve entender essa operação como  $3/7$  vezes o inverso de  $x$ , ou  $1/x$ . Depois, multiplique em cruz e resolva para  $x$ . Matematicamente:

$$\begin{aligned} (3/7) / x = 2 / 5 &\Rightarrow (3/7) * (1/x) = 2 / 5 \\ \Rightarrow 3 / 7x = 2 / 5 &\Rightarrow 15 = 14 * x \\ \Rightarrow x = 15/14 \end{aligned}$$

19 de março de 2014 às 20:15 · Descufir · 2

- 
 (Aluno que fez a postagem) Obrigad, Veterano, me ajudou muito.
- 19 de março de 2014 às 23:06 · Descufir · 2

- 
 (professora) obrigada Veterano.
- 20 de março de 2014 às 15:45 · Curfir · 2

- 
 (professora) fica a pergunta... vcs sabem por que multiplicar em cruz funciona quando temos a igualdade de duas frações?
- 21 de março de 2014 às 17:26 · Curfir

- 
 (Aluno que fez a postagem) Não professora
- 21 de março de 2014 às 22:36 · Curfir

- 
 (professora) eu falei sobre isso no sábado...
- 23 de março de 2014 às 13:37 · Curfir



**Veterano 2** "passar pro outro lado", mas de forma geral é esse o motivo de poder fazer a multiplicação em cruz em igualdade de frações.  
Se multiplicarmos por 0,7 e também por 5 os dois lados da igualdade para simplificarmos (ou, como é ensinado nas escolas, "passar pro outro lado"), teremos o seguinte resultado:

$$(0,2 / 0,7) * 0,7 * 5 = (x / 5) * 0,7 * 5$$

$$0,2 * 5 = x * 0,7$$

Portanto, a multiplicação em cruz se torna verdadeira.

23 de março de 2014 às 18:48 - Editado - Curtir - 1



(professora) isso mesmo **Aluno que fez a postagem** esse seu raciocínio tbm está correto.  
Mas vai uma dica... peguem duas frações iguais, e multiplique em cruz... verifiquem o que ocorre... é só fazer vários testes... tipo 1/2=5/10... e verifiquem a propriedade...

23 de março de 2014 às 21:08 - Editado - Curtir

### **Postagem 2: um aluno que pede ajuda para a professora e outro aluno responde.**

Aluno da disciplina

5 de março de 2014

Bom dia professora, seguinte to com duvidas de como resolver essa questão de fração é o exercicio 2 questão L do livro. Já tentei de todas as formas chegar no resultado mais não estou conseguindo. Alguma dica?

$$D) \quad 2 - 0,7 - \frac{7}{4} =$$

Curtir

Visualizado por 206



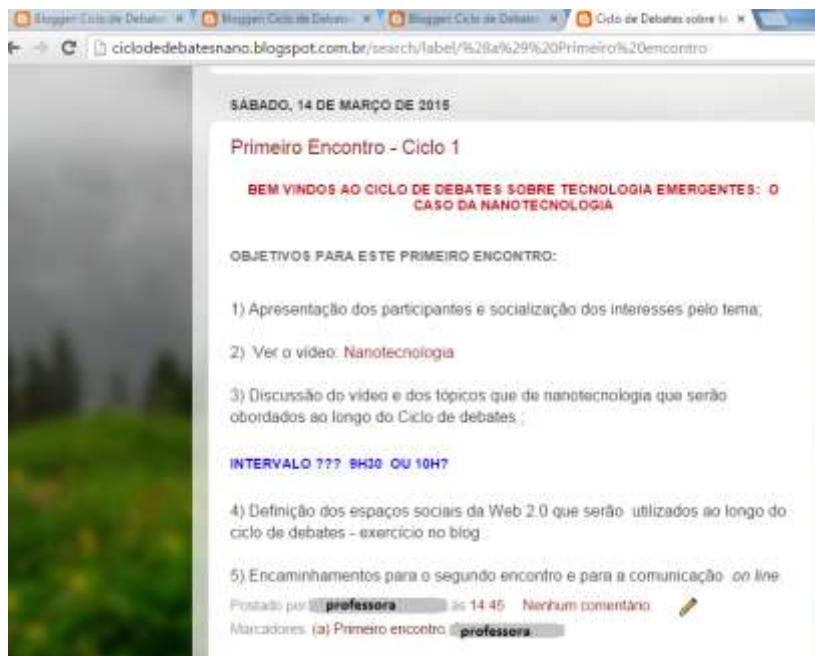
**(veterano)** MMC colega. Pra facilitar transforme o 0,7 que é decimal em número fracionário.

5 de março de 2014 às 11:42 - Descurtir - 1



**(Aluno que pediu ajuda)** Obrigado, já tinha tentado isso porem não tinha dado, refiz novamente com a sua dica e percebi que anteriormente tinha calculado um numero errado, agora deu certo, valeu.

5 de março de 2014 às 11:48 - Descurtir - 2

ANEXO IV - PRIMEIRA POSTAGEM NO *BLOG* – CICLO II

The image shows a screenshot of a Blogger blog post. The browser's address bar displays the URL: `ciclododebatesnano.blogspot.com.br/search/label/%28a%29%20Primeiro%20encontro`. The page header indicates the date: **SÁBADO, 14 DE MARÇO DE 2015**. The main title of the post is **Primeiro Encontro - Ciclo 1**. Below the title, the text reads: **BEM VINDOS AO CICLO DE DEBATES SOBRE TECNOLOGIA EMERGENTES: O CASO DA NANOTECNOLOGIA**. The section titled **OBJETIVOS PARA ESTE PRIMEIRO ENCONTRO:** contains a list of five items: 1) Apresentação dos participantes e socialização dos interesses pelo tema; 2) Ver o vídeo: [Nanotecnologia](#); 3) Discussão do vídeo e dos tópicos que de nanotecnologia que serão abordados ao longo do Ciclo de debates ; 4) Definição dos espaços sociais da Web 2.0 que serão utilizados ao longo do ciclo de debates - exercício no blog; 5) Encaminhamentos para o segundo encontro e para a comunicação on line. Below the list, there is a section labeled **INTERVALO ??? 8H30 OU 10H?**. At the bottom, it says 'Postado por [professora](#) às 14:45. Nenhum comentário.' and 'Marcadores: (a) Primeiro encontro @[professora](#)'.

ANEXO V - SEGUNDA POSTAGEM NO *BLOG* - CICLO II

The image shows a screenshot of a Blogger blog page. The browser's address bar shows the URL: [ciclododebatesnano.blogspot.com.br/search/label/%28a%29%20Primeiro%20encontro](http://ciclododebatesnano.blogspot.com.br/search/label/%28a%29%20Primeiro%20encontro). The page title is "todas as postagens". The date is "SEGUNDA-FEIRA, 18 DE MARÇO DE 2015". The main heading is "Usando o Blog". Below it, the text reads "Fazer uma postagem onde conste as seguintes informações:". A list of 10 instructions follows, detailing requirements for the blog post, such as including name, age, course, internet access, Facebook, motivation, and social media links. The second section is "Navegando no blog", with three instructions about commenting and writing a phrase. At the bottom, it shows the post was made by "professora" at 14:03 with no comments. The tag "professora" is also visible in the "Marcadores" section.

todas as postagens

SEGUNDA-FEIRA, 18 DE MARÇO DE 2015

### Usando o Blog

Fazer uma postagem onde conste as seguintes informações:

- 1) Nome;
- 2) idade;
- 3) Curso e fase;
- 4) Como acessa internet;
- 5) Facebook;
- 6) Motivo de sua inscrição;
- 7) Se você fez uma aproximação com o tema para este primeiro encontro, pontue que recursos ou fontes usou para isso;
- 8) Descreva ou pontue qual ou quais são seus interesses pelo tema;
- 9) Socialize pelo menos uma de suas fontes de pesquisa na sua postagem;
- 10) Crie um "marcador" para esta postagem com o seu nome.

### Navegando no blog

- 11) Faça um comentário na primeira postagem do blog;
- 12) Faça um comentário na página: Contato dos participantes;
- 13) Escreva uma frase sobre nano na página: WIKI.

Postado por **professora** às 14:03. Nenhum comentário.

Marcadores: (a) Primeiro encontro, **professora**

ANEXO VI - QUESTIONÁRIO DE RESPOSTA ÚNICA USADO COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO - *QUALIDADE DA RELAÇÃO ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE* (ADAPTADO DE NIEZWIDA, 2012).

**BLOCO 1 – Ciência e Tecnologia**

**1. O processo de fazer ciência é melhor descrito como:**

- A- Tudo que você faz para entender o mundo que nos rodeia.
- B- O método científico.
- C- descobrir a ordem que existe na natureza.
- D - O uso da tecnologia para descobrir os segredos da natureza.
- E - A aplicação de métodos qualitativos e quantitativos para entender o universo.
- F- Observar e propor explicações sobre as relações no universo, e verificar a validade dessas explicações
- X- Não compreendo (porque a pergunta e/ou afirmação tem uma palavra ou expressão que não entendo).
- Y - Não sei o suficiente sobre o assunto para escolher uma afirmação.
- Z- Nenhuma opção se aproxima do que penso.

**2. Definir a tecnologia é difícil porque ela é usada para muitas coisas. Mas a tecnologia é principalmente:**

- A- Muito semelhante à ciência.
- B- A aplicação da ciência.
- C- Novos instrumentos, processos, máquinas, ferramentas, aparelhos, dispositivos, computadores ou dispositivos práticos para o uso diário.
- D- Robôs, Eletrônica, Computadores, Sistemas de comunicação, máquinas automáticas.
- E - Uma técnica para construir coisas ou uma forma de resolver problemas práticos.
- F- Inventar, desenhar e provar coisas (por exemplo: corações artificiais, computadores, veículos espaciais).
- G - Idéias e técnicas para projetar e fazer as coisas; para organizar os trabalhadores, empresários e consumidores; e para o progresso da sociedade.
- H- Saber como fazer as coisas (por exemplo, instrumentos, máquinas, aparelhos).
- X- Não compreendo (porque a pergunta e/ou afirmação tem uma palavra ou expressão que não entendo).
- Y - Não sei o suficiente sobre o assunto para escolher uma afirmação.
- Z- Nenhuma opção se aproxima do que penso.

### 3. A ciência e a tecnologia estão intimamente relacionadas:

A- Porque a ciência é a base do progresso tecnológico, embora seja difícil ver como a tecnologia pode ajudar a ciência.

B- Porque a investigação científica conduz à aplicações práticas tecnológicas e as aplicações tecnológicas aumentam a capacidade de fazer pesquisa científica.

C - Porque, apesar de diferentes, atualmente estão de tal modo ligadas que fica difícil separar.

D- Porque a tecnologia é a base de todo o progresso científico, embora seja difícil ver como a ciência pode ajudar a tecnologia.

E- Ciência e Tecnologia são mais ou menos a mesma coisa.

X- Não compreendo (porque a pergunta e/ou afirmação tem uma palavra ou expressão que não entendo).

Y - Não sei o suficiente sobre o assunto para escolher uma afirmação.

Z- Nenhuma opção se aproxima do que penso.

## **BLOCO 2 – Tecnologia e Sociedade**

**4. O desenvolvimento de uma nova tecnologia (por exemplo, um computador novo, um reator nuclear, um míssil ou um novo medicamento para curar o câncer), pode ser colocado em prática ou não. A decisão de usar uma nova tecnologia depende do que os cientistas ou especialistas foram capazes de explicar por que ela funciona?**

➤ ***SIM, a decisão de usar uma nova tecnologia depende, principalmente, do que os cientistas/especialistas foram capazes de explicar porque ela funciona:***

A- Porque assim se pode saber que problemas aparecerão.

B- Para que a empresa possa decidir se quer usá-la; e se for utilizada, vai saber como fazê-lo corretamente e sem medo;

C- Porque um desenvolvimento tecnológico tem que funcionar na teoria antes que ele seja colocado em prática.

➤ ***NÃO, a decisão de utilizar uma tecnologia não depende de cientistas/especialistas para explicar porque ela funciona:***

D- Porque a decisão depende do quão segura é a tecnologia.

E- Porque a decisão depende de uma série de coisas; o bom funcionamento, o seu custo, a eficiência, a utilidade para a sociedade e os seus efeitos sobre o emprego.

F- Porque a tecnologia pode funcionar bem sem que os cientistas/especialistas expliquem porque funciona.

G- Porque depende do tipo da nova tecnologia em questão. Em alguns casos, a decisão vai depender de conhecer como funciona e em outros casos depende de outras coisas.

X- Não compreendo (porque a pergunta e/ou afirmação tem uma palavra ou expressão que não entendo).

Y - Não sei o suficiente sobre o assunto para escolher uma afirmação.

Z- Nenhuma opção se aproxima do que penso.

### **5. O desenvolvimento tecnológico pode ser controlado pelos cidadãos?**

A- Sim, porque cada geração de cientistas e tecnólogos para desenvolver a tecnologia sai da população de cidadãos. Portanto cidadãos controlam um pouco os avanços em tecnologia.

B- Sim, porque os avanços tecnológicos são patrocinados pelo governo. Ao escolher o governo, os cidadãos escolhem o que esses patrocinam.

C- Sim, porque a tecnologia serve às necessidades dos consumidores. O desenvolvimento tecnológico terá lugar em áreas de alta demanda e onde se poderá ter benefícios do mercado.

E- Sim, mas somente quando os cidadãos estão unidos e são ouvidos a favor ou contra um novo desenvolvimento. Povo organizado pode praticamente mudar tudo.

#### ➤ *Não, os cidadãos NÃO estão envolvidos no controle do desenvolvimento tecnológico:*

F- Porque a tecnologia está avançando tão rápido que a cidadão médio ignora o seu desenvolvimento.

G- Porque aqueles que têm o poder de desenvolver a tecnologia evitam que os cidadãos a controlem.

X- Não compreendo (porque a pergunta e/ou afirmação tem uma palavra ou expressão que não entendo).

Y - Não sei o suficiente sobre o assunto para escolher uma afirmação.

Z- Nenhuma opção se aproxima do que penso.

## **BLOCO 3A – Ciência, Tecnologia e Sociedade**

### **6. A tecnologia afeta a sociedade?**

A- A tecnologia não tem nenhuma influência sobre a sociedade.

B- A tecnologia torna a vida mais fácil.

C- A tecnologia faz parte de todos os aspectos de nossas vidas, desde o nascimento até a morte.

D- A tecnologia afeta a sociedade pela forma como esta a utiliza.

E- A tecnologia proporciona à sociedade os meios para melhorar-se ou destruir-se, dependendo de como eles são colocados em prática.

F- A sociedade muda com o resultado da aceitação de uma tecnologia.

G- A tecnologia fornece à ciência as ferramentas e técnicas que tornam moderna uma sociedade.

H- A tecnologia parece melhorar a qualidade de vida em primeira vista, mas por baixo contribui para a degradação ambiental.

X- Não compreendo (porque a pergunta e/ou afirmação tem uma palavra ou expressão que não entendo).

Y - Não sei o suficiente sobre o assunto para escolher uma afirmação.

Z- Nenhuma opção se aproxima do que penso.

### **7. Mas a tecnologia vai melhorar os padrões de vida de nosso país?**

A- Sim, porque a tecnologia sempre melhorou o padrão de vida e não há nenhuma razão para não fazê-lo agora.

B- Sim, porque quanto mais sabemos, melhor podemos resolver nossos problemas e cuidar de nós mesmos.

C- Sim, porque a tecnologia cria empregos e prosperidade. A tecnologia ajuda a tornar a vida mais agradável, mais eficiente e mais divertida.

D- Sim, mas apenas para aqueles que podem usá-la. Mais tecnologia vai destruir empregos e fazer com que se tenha mais pessoas abaixo dos resultados da linha de pobreza.

E- Sim e Não. Mais tecnologia tornaria a vida mais agradável e eficiente, mas também causaria mais poluição, desemprego e outros problemas. O padrão de vida pode ser melhorado, mas a qualidade de vida não pode.

F- Não, porque somos irresponsáveis com a tecnologia que temos agora; como exemplos, incluem a produção excessiva de armas e uso indevido dos recursos naturais.

X- Não compreendo (porque a pergunta e/ou afirmação tem uma palavra ou expressão que não entendo).

Y - Não sei o suficiente sobre o assunto para escolher uma afirmação.

Z- Nenhuma opção se aproxima do que penso.

### **8. Nós temos que nos preocupar com problemas da poluição que são tratados hoje. Ciência e tecnologia não têm ou não podem necessariamente corrigir esses problemas no futuro.**

***Ciência e tecnologia NÃO podem resolver esses problemas:***

A- porque são a causa dos problemas de poluição. Mais ciência e tecnologia vão trazer mais problemas de poluição.

B- Porque os problemas de poluição hoje são tão graves que já estão além da capacidade da ciência e da tecnologia para resolvê-los.

C- Porque os problemas de poluição estão se tornando tão grave que em breve vão estar além da capacidade da ciência e da tecnologia para resolvê-los.

D- Ninguém pode prever o que a ciência e tecnologia serão capazes de corrigir no futuro.

E- A ciência e a tecnologia por si só não podem resolver os problemas de poluição. É responsabilidade de todos os cidadãos insistir que corrigir esses problemas sejam uma prioridade absoluta.

F- A ciência e a tecnologia podem resolver tais problemas, pois o sucesso de resolver no passado significa que terão sucesso no futuro para resolver os problemas de poluição.

X- Não compreendo (porque a pergunta e/ou afirmação tem uma palavra ou expressão que não entendo).

Y - Não sei o suficiente sobre o assunto para escolher uma afirmação.

Z- Nenhuma opção se aproxima do que penso.

**9. Os cientistas e engenheiros devem ser os únicos a decidirem sobre questões científicas do nosso país, porque eles são as pessoas que conhecem estas questões, como, por exemplo, os tipos de energia para o futuro (nuclear, hidráulica, solar, queimando carvão, etc.) Os níveis permitidos de poluição do ar em nosso país (as emissões industriais de dióxido de enxofre, controle de poluição de carros e caminhões, emissões de gases ácidos de poços de petróleo, etc.), o futuro da biotecnologia em nosso país (DNA recombinante, a engenharia genética, o desenvolvimento de bactérias de eliminação de minerais ou criadores de neve, etc) técnicas aplicado para o feto (amniocentese no diagnóstico de defeitos cromossômicos e natalidade genético, para analisar os cromossomos de um feto, alterando o desenvolvimento do embrião, bebês de proveta, etc) ou sobre o desarmamento nuclear.**

***Cientistas e engenheiros são os que devem decidir:***

A- porque eles têm a formação e dados que lhes dão uma melhor compreensão do tema.

B- porque eles têm o conhecimento e podem tomar as melhores decisões que os burocratas do governo ou empresas privadas, que têm interesses criados.

C- porque eles têm a formação e os dados que lhes dão uma melhor compreensão; MAS os cidadãos devem ser envolvidos ou devem ser informados ou consultados;

D - a decisão deve ser tomada em uma base compartilhada. As opiniões dos cientistas e engenheiros, outros médicos especializados e cidadãos informados devem ser levada em conta nas decisões que afetam a nossa sociedade.

E - O governo deve decidir, porque a questão é essencialmente política; MAS os cientistas e engenheiros devem aconselhar;

F- Os cidadãos devem decidir porque a decisão afeta a todos, MAS os cientistas e engenheiros devem aconselhar.

G- Os cidadãos devem decidir, porque servem como controle dos cientistas e engenheiros. Estes têm opiniões idealista e estreitas do tema e, portanto, dão pouca atenção às consequências.

H- Depende do tipo de decisão a fazer, não é o mesmo decidir sobre o desarmamento nuclear que sobre um bebê. Em alguns casos, somente os cientistas poderiam tomar a decisão e em outros, cidadãos ou somente partes interessadas.

X- Não compreendo (porque a pergunta e/ou afirmação tem uma palavra ou expressão que não entendo).

Y - Não sei o suficiente sobre o assunto para escolher uma afirmação.

Z- Nenhuma opção se aproxima do que penso.

**10. Embora a matemática seja usada de forma exata em ciência e engenharia, só se pode prever o que provavelmente ocorrerá. Nunca se pode prever com 100% de segurança.**

**As previsões nunca são 100% livre de insegurança:**

A- Porque existe sempre um erro nas medições ou erro humano.

B- Porque há sempre eventos desconhecidos ou imprevisíveis que afetarão o resultado.

C- As previsões matemáticas são geralmente 100% seguras, porque elas são baseadas em resultados comprovados.

D- As previsões matemáticas são geralmente 100% seguras, porque a matemática é segura, por si mesma.

### **BLOCO 3B – Ciência, Tecnologia e Sociedade**

#### **11. A sociedade influencia na tecnologia?**

- A - A sociedade não influencia muito na tecnologia.
  - B- As necessidades da sociedade criam demandas para a tecnologia.
  - C- A sociedade impõe restrições sobre o uso da tecnologia para controlá-la (por exemplo, o uso de energia nuclear).
  - D- A sociedade vota contra ou a favor de certas tecnologias cada vez que compramos algo.
  - E- A sociedade controla a tecnologia através de meios legais e políticos, por exemplo, as leis que impõem catalisadores para reduzir a poluição de carros ou por meio das licenças de funcionamento das indústrias nucleares.
  - F- A sociedade cria demandas em tecnologia e as restringe baseando-se nos valores do que é importante para melhorar a vida.
  - G- A sociedade influencia a tecnologia apoiando a ciência que embasa o desenvolvimento tecnológico.
- X- Não compreendo (porque a pergunta e/ou afirmação tem uma palavra ou expressão que não entendo).
- Y - Não sei o suficiente sobre o assunto para escolher uma afirmação.
- Z- Nenhuma opção se aproxima do que penso.

## **12. A sociedade influencia a ciência?**

- A- A sociedade não influencia significativamente a ciência.
  - B- A demanda social para a compressão da natureza estimula o acúmulo de conhecimento científico.
  - C- Os cientistas são membros da sociedade. Quando a sociedade se interessa por um tema ou problema, os cientistas estão mais dispostos a estudá-lo.
  - D- A sociedade determina que tipo de investigação científica é aceitável, com base em nossos valores morais e éticos.
  - E- A sociedade utiliza o conhecimento científico para o desenvolvimento da tecnologia.
  - F- A sociedade influencia a ciência por meio de subvenções econômicas as quais dependem a maioria das pesquisas.
  - G- A sociedade aceita ou rejeita a tecnologia, criando maior ou menor demanda por ciência.
- X- Não compreendo (porque a pergunta e / ou afirmação tem uma palavra ou expressão que não entendo).
- Y - Não sei o suficiente sobre o assunto para escolher uma afirmação.
- Z- Nenhuma opção se aproxima do que penso.

**13. A política do país afeta os seus cientistas, já que estes são uma parte de sua sociedade (ou seja, os cientistas não são isolados da sociedade)**

➤ ***Os cientistas estão interessados na política de seu país:***

A- Porque subvenção da ciência vem principalmente do governo que controla como gastar o dinheiro.

B- Porque os governos não apenas dão dinheiro para a pesquisa, estabelecem a política de científica levando em conta novas aplicações. Esta política afeta diretamente o tipo de projeto que os cientistas realizam ou desenvolvem.

C- Porque os cientistas são parte da sociedade e são afetados como todos os demais.

D- Porque os cientistas tentam compreender e ajudar a sociedade, e porque, pelo seu envolvimento e importância para a sociedade, estão intimamente relacionados com ela.

➤ ***Os cientistas não são afetados pela política de seu país:***

E- porque a natureza do trabalho científico impede que os cientistas se envolvam em política.

F- porque os cientistas estão isolados de sua sociedade. Seu trabalho não recebe a atenção da mídia, exceto quando fazem uma descoberta espetacular.

G- porque o nosso país é um país livre e, portanto, os cientistas podem trabalhar livremente.

X- Não compreendo (porque a pergunta e/ou afirmação tem uma palavra ou expressão que não entendo).

Y - Não sei o suficiente sobre o assunto para escolher uma afirmação.

Z- Nenhuma opção se aproxima do que penso.

**14. As autoridades do governo ou da comunidade deveriam decidir o que os cientistas devem investigar, porque se não, eles vão investigar o que lhes interessa.**

***As autoridades do governo ou comunidade deveriam decidir o que os cientistas devem investigar:***

A- Para que o trabalho dos cientistas ajude a melhorar a sociedade;

B- Apenas para questões públicas importantes; em outros casos, os cientistas devem poder decidir o que investigar.

C- Todas as partes deveriam participar igual. O governo, a comunidade e os cientistas juntos deveriam decidir o que precisa ser

estudado, embora os cientistas costumam estar informados das necessidades da sociedade.

D- Os cientistas principalmente deveriam decidir o que pesquisar, porque conhecem as necessidades que tem que estudar. As autoridades do governo ou da comunidade muitas vezes não sabem muito sobre ciência, no entanto, os seus conselhos às vezes podem ser úteis.

E- Os cientistas principalmente deveriam decidir o que pesquisar, porque sabem melhor que áreas estão na lista do progresso, para as quais tem a experiência necessária, as áreas que tem tecnologia necessária e aquelas que tem maiores possibilidades de ajudar a sociedade.

F- Os cientistas principalmente devem decidir o que pesquisar, porque eles sabem, conhecem, as necessidades de estudo. Os governos com frequência colocam seus próprios interesses à frente das necessidades da sociedade.

X- Não compreendo (porque a pergunta e/ou afirmação tem uma palavra ou expressão que não entendo).

Y - Não sei o suficiente sobre o assunto para escolher uma afirmação.

Z- Nenhuma opção se aproxima do que penso.

**15. Dentro do país, há grupos que são totalmente a favor ou contra alguns campos de pesquisa. Os projetos de ciência e de tecnologia são influenciados por grupos de interesses especiais (tais como ambientalistas, organizações religiosas, indivíduos que defendem os direitos dos animais, etc.)**

➤ *Os grupos de interesses especiais têm uma influência:*

A- Porque estes grupos tem poder para deter alguns projetos de pesquisa e este campo da ciência sofreria as consequências.

B- Porque estes grupos têm poder para dizer aos cientistas, tecnólogos e engenheiros que projetos são importantes de realizar e quais não são.

C- Porque estes grupos influenciam a opinião pública e, por conseguinte, os cientistas.

D- Porque estes grupos influenciam a política do governo e esta é quem decide se subsidia um projeto de pesquisa ou não.

E- Porque alguns grupos de interesses especiais dão dinheiro para projetos de pesquisa específicos. Já outros grupos dão dinheiro para evitar que centenas de projetos de pesquisa sejam realizados.

F- Os grupos de interesses especiais tentam influenciar, mas nem sempre são bem-sucedidos porque os cientistas, tecnólogos e engenheiros têm a última palavra.

➤ ***Os grupos de interesses especiais NÃO têm influências:***

G- porque é o governo quem decide qual a direção tomará a pesquisa.

H- porque os cientistas e o governo decidem que projetos são importantes e os realizam sem se importar o que diga qualquer grupo.

X- Não compreendo (porque a pergunta e/ou afirmação tem uma palavra ou expressão que não entendo).

Y - Não sei o suficiente sobre o assunto para escolher uma afirmação.

Z- Nenhuma opção se aproxima do que penso.

***Fim !! (Por favor, verifique antes de entregar seu questionário se marcou uma opção para cada questão)***

ANEXO VII - ORGANIZAÇÃO DA PONTUAÇÃO OBTIDA PELAS RESPOSTAS DOS 17 PARTICIPANTES QUE RESPONDERAM AO QUESTIONÁRIO DO ANEXO III NO PRIMEIRO ENCONTRO DO CICLO I.

Categorias	Definição de ciência e de tecnologia.			Construção social da tecnologia.		Influência da ciência e da tecnologia na sociedade.					Influência da sociedade na ciência e na tecnologia.					
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14		
<b>Somatório Aceitável (3,5 pontos x 17 participantes)</b>	<b>59,5</b>	<b>59,5</b>	<b>59,5</b>	<b>59,5</b>	<b>59,5</b>	<b>59,5</b>	<b>59,5</b>	<b>59,5</b>	<b>59,5</b>	<b>59,5</b>	<b>59,5</b>	<b>59,5</b>	<b>59,5</b>	<b>59,5</b>		
<b>Somatório Plausível (1,0 ponto x 17 participantes)</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>		
valores obtidos por cada participante	P1	3,5	1	0	3,5	1	1	3,5	1	0	3,5	3,5	1	3,5	0	
	P2	1	0	3,5	0	1	1	3,5	1	1	0	3,5	1	3,5	0	
	P3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3,5	1	1	3,5	1	
	P4	1	3,5	3,5	0	1	1	0	1	3,5	1	1	1	1	3,5	
	P5	0	0	3,5	0	1	1	0	3,5	3,5	3,5	0	1	3,5	3,5	
	P6	3,5	0	3,5	3,5	0	3,5	0	1	1	1	1	1	1	3,5	1
	P7	3,5	1	3,5	3,5	1	1	3,5	1	3,5	3,5	3,5	3,5	1	3,5	1
	P8	3,5	3,5	3,5	0	1	1	0	3,5	3,5	3,5	0	1	0	3,5	
	P9	3,5	3,5	3,5	0	1	3,5	3,5	1	1	1	1	1	1	3,5	0
	P10	0	0	3,5	3,5	3,5	1	0	3,5	1	3,5	1	3,5	3,5	3,5	
	P11	0	3,5	3,5	0	1	1	0	1	0	1	1	3,5	1	1	

	P12	0	1	0	3,5	1	1	0	3,5	3,5	1	0	1	3,5	1
	P13	3,5	3,5	3,5	3,5	1	1	0	3,5	3,5	3,5	0	0	3,5	0
	P14	1	1	3,5	0	1	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	0	1	3,5	1
	P15	3,5	3,5	3,5	0	1	1	0	1	3,5	3,5	1	3,5	1	3,5
	P16	3,5	3,5	3,5	0	1	1	0	1	3,5	1	3,5	3,5	3,5	1
	P17	3,5	3,5	3,5	0	1	3,5	3,5	3,5	1	0	0	1	3,5	3,5
<b>Somatório obtido pelo grupo por questões</b>		<b>35,5</b>	<b>32</b>	<b>49</b>	<b>21</b>	<b>17,5</b>	<b>26</b>	<b>21</b>	<b>34,5</b>	<b>37,5</b>	<b>34</b>	<b>21</b>	<b>26</b>	<b>48,5</b>	<b>28</b>

Fonte: organizado pela autora

## ANEXO VIII - QUESTIONÁRIO C – AVALIAÇÃO DO CICLO DE DEBATES – CICLO II

### **Contribuições do Ciclo de debates para compreensão da Nanotecnologia**

**Nome do participante:** \_\_\_\_\_

- 1) Quanto a compreensão **do que é nanotecnologia**, o ciclo de debates:
  - a) não agregou nada ao seu conhecimento (COMENTE);
  - b) apenas os encontros presenciais melhoraram sua compreensão (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
  - c) melhorou sua compreensão acompanhando as postagens do blog (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
  - d) apenas a pesquisa que vc realizou no período do ciclo de debates melhorou sua compreensão (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
  - e) outra resposta (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);

**Resposta:**

- 
- 2) Quanto a compreensão de **aspectos da Regulamentação da Nanotecnologia**, o ciclo de debates:
    - a) não agregou nada ao seu conhecimento (COMENTE);
    - b) apenas os encontros presenciais melhoraram sua compreensão de (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
    - c) melhorou sua compreensão de acompanhando as postagens do blog (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
    - d) apenas a pesquisa que vc realizou no período do ciclo de debates melhorou sua compreensão (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
    - e) outra resposta ( Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);

**Resposta:**

---

- 3) Quanto a compreensão de **aspectos da Nanotecnologia no Brasil**, o ciclo de debates:
- a) não agregou nada ao seu conhecimento (COMENTE);
  - b) apenas os encontros presenciais melhoraram sua compreensão (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
  - c) melhorou sua compreensão de acompanhando as postagens do blog (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
  - d) apenas a pesquisa que vc realizou no período do ciclo de debates melhorou sua compreensão (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
  - e) outra resposta: ( Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);

**Resposta:**

---

- 4) Quanto à compreensão de **aspectos da Nanotecnologia no MUNDO**, o ciclo de debates:
- a) não agregou nada ao seu conhecimento (COMENTE);
  - b) apenas os encontros presenciais melhoraram sua compreensão (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
  - c) melhorou sua compreensão acompanhando as postagens do blog (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
  - d) apenas a pesquisa que vc realizou no período do ciclo de debates melhorou sua compreensão (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);

- e) outra resposta: (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);

**Resposta:**

---

- 5) Quanto à compreensão das **Propriedades da Nanotecnologia**, o ciclo de debates:
- a) não agregou nada ao seu conhecimento (COMENTE);
  - b) apenas os encontros presenciais melhoraram sua compreensão de **aspectos da Nanotecnologia no MUNDO** (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
  - c) melhorou sua compreensão de **aspectos da Nanotecnologia no MUNDO** acompanhando as postagens do blog (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
  - d) apenas a pesquisa que vc realizou no período do ciclo de debates melhorou sua compreensão (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
  - e) outra resposta: (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);

**Resposta:**

---

- 6) Quanto às **Aplicações de Nanotecnologia**, o ciclo de debates:
- a) não agregou nada ao seu conhecimento (COMENTE);
  - b) apenas os encontros presenciais melhoraram sua compreensão sobre **Aplicações de Nanotecnologia** (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);

- c) melhorou sua compreensão sobre **Aplicações de Nanotecnologia** acompanhando as postagens do blog (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
- d) apenas a pesquisa que vc realizou no período do ciclo de debates melhorou sua compreensão (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
- e) outra resposta: ( Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);

**Resposta:**

---

- 7) Quanto aos **Impactos da Nanotecnologia**, o ciclo de debates:
  - a) não agregou nada ao seu conhecimento (COMENTE);
  - b) apenas os encontros presenciais melhoraram sua compreensão **aspectos da Nanotecnologia no MUNDO** (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
  - c) melhorou sua compreensão de **aspectos da Nanotecnologia no MUNDO** acompanhando as postagens do blog (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
  - d) apenas a pesquisa que vc realizou no período do ciclo de debates melhorou sua compreensão (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);
  - e) outra resposta: (Pontue e COMENTE aspectos da contribuição);

**Resposta:**

---

- 8) Contribuição do ciclo do debate que não foi mencionada nas questões acima.

**Resposta:**

- 
- 9) Aspectos positivos e/ou negativos do uso de um grupo Fechado no Facebook, junto ao Ciclo de Debates.

- Positivos:

- Negativos:

---

- 10) Em sua opinião a escolha ou opção, “hoje” (na atualidade), pelo uso de uma nanotecnologia ou por um produto que contenha nanotecnologia deveria passar por quais critérios ou parâmetros de análise? Que “valores” estão envolvidos ou deveriam estar presentes nos parâmetros de decisão do uso de uma nanotecnologia?

**Resposta:**

- 
- 11) Críticas ao Ciclo de Debates tecnologias emergentes – O caso da Nanotecnologia.

**Resposta:**

---

- 12) **“Sugestões”** e **“Temas”** para novos Ciclos de Debates.  
(Presencial e/ou *on-line*?? **Sugestão de como usar cada modalidade: presencial e *on-line*** )

**Resposta:**

## ANEXO IX - PÁGINA DO BLOG: COLABORAÇÃO – INDAGAÇÃO 1 – CICLO II

cidadebatermano.blogspot.com.br/p/indagacao-1.html

Tercero encontro    Quarto encontro    **URGENTE - LEIA e RESPONDA antes de 11-04-2015**    Quinto encontro

AGENDA    Colaboração - Indagação 1    Colaboração - Indagação 2    Colaboração - Indagação 3

Colaboração - Indagação 4

---

**Colaboração - Indagação 1**

**vídeo no Facebook - por que destas indagações ? - acesso [AQUI](#)**

**Uso do BLOG**  
**Eu preciso saber algumas informações quanto ao uso do BLOG durante o período do ciclo debates. Assim peço que vcs respondam nos comentários as seguintes perguntas, ENUMERANDO suas respostas:**

- 1) Você já tinha utilizado um BLOG? Se sua resposta é SIM escreva um pouco a forma que usava.
- 2) Você teve alguma dificuldade no uso do BLOG? Quais?
- 3) O que você conseguiu perceber e aprender sobre o uso de um BLOG durante o ciclo de debates?
- 4) Qualquer um pode abrir um BLOG com facilidade? Se você acredita que SIM. Que vantagens e desvantagens tem esta possibilidade de qualquer um abrir um blog, no que se refere a divulgação de opiniões e de conhecimento na atualidade?

**FRENTES DE PESQUISA E ESTUDOS**

**Definidas pelos marcadores:**

- Nano no Brasil
- Nano no Mundo
- O que é nanotecnologia
- Aplicações da nanotecnologia
- regulamentação da nano
- Impacto da nanotecnologia

**GRUPOS DE ESTUDOS**

**Temos três grupos de estudos:**

- Automação (Medicina e Produção)
- Alimentos
- Engenharia - EAC (Elétrica, Arquitetura e Civil)

**MARCADORES**

(1) Primeiro encontro (15)

(2) Informações dos participantes (14)

## ANEXO X - PÁGINA DO *BLOG*: COLABORAÇÃO – INDAGAÇÃO 2

### Colaboração - Indagação 2

#### Propriedades das nanopartículas

Ao longo do ciclo de debates discutimos um pouco sobre **duas propriedades** das nanopartículas :

1) PROPRIEDADE I. **Aumento significativo da área superficial**, diminuindo o tamanho da partícula e mantendo-se o mesmo volume :

Exemplo 1



Figura 2. Evolução da área superficial com a diminuição dos diâmetros de um cubo. Reproduzida da ref. 4, com permissão da National Nanotechnology Initiative.

Exemplo 2. Diminuindo o diâmetro da partícula, aumenta o número de partículas e consequentemente **aumento a área superficial de contato**.

**Diminui o diâmetro da partícula, aumenta o número de partículas e portanto a área superficial aumenta**

Diâmetro da partícula	Número de partículas por (1 cm <sup>3</sup> )	Área superficial das partículas (µm <sup>2</sup> )
5	153.000.000	12.000
20	2.400.000	3.016
250	1.200	240
5000	0,16	12

Fonte: Adaptado de: B. Binnig, et al. "Nanotechnology: The Next Revolution". P. 410. National Science Foundation, 2001.

2) PROPRIEDADE II. Aumento da reatividade da partícula na escala nano, ou seja, as nanopartículas em geral, **são extremamente REATIVAS**. Um exemplo simples, e comentado pela **pesquisadora da Fundacentra** no Facebook, foi do café - confirma figura abaixo.



**A PERGUNTA então é:**  
**Vocês entenderam ESTAS DUAS propriedades das nanopartículas ? Tem ainda alguma dúvida sobre elas ?**

## ANEXO XI - PÁGINA DO BLOG: COLABORAÇÃO – INDAGAÇÃO 3 – CICLO II

### Colaboração - Indagação 3

#### Uso de nanotecnologia

No Terceiro encontro eu passei pra vocês os quatro vídeos abaixo e fizemos uma discussão.

Se vc quiser ver os vídeos novamente eu coloquei links abaixo:

**Vídeo 1:** dessalinização da água: do mar - o caso da **AUSTRÁLIA** (fev - 2011)

**Vídeo 2 :** uso de um nanofiltro no HAITI (aprox. 5min)

**VÍDEO 3** - Nano Alerta 1 (ver até 22min )

**VÍDEO 4** - Nano Alerta 2 (começar em aprox. 2 min parar em aprox. 4min53 seg.; começar em aprox. 7min e ir até o comentário da Arline).

#### **PERGUNTO, agora que finalizamos o ciclo de debates :**

- 1) O uso de um nanofiltro (como mostrado no vídeo 2) em grande escala passa, HOJE, apenas pela questão de custos ?
- 2) O uso da nanotecnologia para obter água potável traria ou trará algum problema no uso em grande escala que ainda não sabemos ?
- 3) Problemas que possam ser encontrados no uso do nanofiltro poderão ser solucionados? Será possível obter esta resposta? Por que ou Como?
- 4) Você acredita que a nanotecnologia será capaz de resolver o problema da falta de água no mundo (vídeo 2)? Por que?



15 comentários:

## ANEXO XII - PÁGINA DO BLOG: COLABORAÇÃO – INDAGAÇÃO 4 – CICLO II

### Colaboração - Indagação 4

#### A responsabilidade do futuro engenheiro

"*Moldar o mundo átomo por átomo* é o título de uma brochura que foi destinada a promover a *National NanoInitiative* nos Estados Unidos em dezembro de 1999. É um programa ambicioso para entrar no novo milênio, sendo financiado e apoiado generosamente pelo governo federal e pela indústria privada".

"Para alguns estudiosos que se aproveitam deste "milagre", o slogan (nano) é apenas uma forma hiperbólica destinada a convencer os detentores de fundos a financiar as pesquisas de laboratórios: **ele é bom 'pra vender' , para interessar as agências de financiamento a promoverem pesquisa..**"

"Depois do fim do séc XX, levantar fundos se tornou uma das atividades mais importantes nos meios de pesquisas científicas".

"Uma vez que a ciência decifrou o livro da natureza, agora ela vai re-escrevê-lo. (...) Os cientistas e engenheiros da atualidade moldam o cosmos a partir de tijolos elementares da matéria"

" Assim a ciência do século XXI visa conhecer ou compreender menos a natureza e SIM fabricá-la mais".

Observações de Bernadette Bensaude -Vicent  
Em *Vertigens da Tecnociência - Moldar o mundo átomo a átomo* (2013)  
(Filósofa, historiadora e professora  
da história da filosofia das Ciências  
na Universidade de Paris X-Nanterre e  
na Escola de Estudos Avançados de Ciências Sociais)

**A provocação que faço, a partir dos trechos acima do livro de Bernadette Bensaude e do que discutimos no ciclo de debates, é :**

Quais deverão ser as preocupações do engenheiro para tomar uma decisão sobre a adoção de uma nova tecnologia, ou para desenvolver uma nova tecnologia, uma vez que uma tecnologia para ser desenvolvida requer conhecimentos científicos e a "ciência" está cada vez mais financiada por interesses governamentais e pela indústria privada? Ou ainda, que reflexões surgem diante deste quadro?



30 comentários:

## ANEXO XIII - CONJUNTO DE COMENTÁRIOS GERADOS PELA POSTAGEM DA FIGURA 18A – CICLO II

### **Professora/pesquisadora**

26 de maio

Olá P05, P13, P12, P02 e P07 eu estou estudando as anotações de nossos encontros e ainda fiquei na dúvida se o estudo da nano trouxe pra vcs alguma dimensão da responsabilidade de um engenheiro que vcs ainda não tinham se dado conta? Sou inexperiente neste tipo de formação e talvez o que eu trouxe não agregou muito neste sentido ... será que vcs poderiam comentar algo sobre isso ?

### **Curtir Comentar**

Visualizado por todos

P07 curtiu isso.

### **Comments**

**P05** O engenheiro é um dos, se não o grande responsável pela implantação da nano em uma empresa/sistema produtivo, por experiência própria e a partir das nossas reuniões, pude refletir que os engenheiros aprovam os produtos nano sem conhecimento, e pior ainda, sem questionamentos, e isso é preocupante. Vimos em nossas reuniões como o universo nano ainda está em desenvolvimento, e esse desenvolvimento é ainda menor com relação ao estudo dos impactos que ele causa, e como o engenheiro é o responsável por analisar o produto e implantar em uma empresa, ele é em parte responsável por esses impactos, e posso dizer que vivenciei como estou vivenciando isso, e com empresas de grande porte, onde teoricamente temos engenheiros melhor preparados. Para pontuar um pouco mais, sobre esses impactos que não tinha me dado conta, são os casos ambientais, os efeitos a larga escala no meio ambiente, com o descarte, com possíveis contaminações de solo, lençol freático, entre outros...efeitos a saúde, e caso fosse prejudicial, não teríamos nem como combater essas substâncias nano ( falo por experiência, de quem manipulou o vidro liquido sem luvas, apenas porque foi passado a informação do distribuidor, de que não era agressivo, ou que lavando a mão não teria problema), ... Há outros pontos que meu senso crítico como engenheiro nunca tinha sido despertado, e inocentemente, acreditava como grande parte da população acho que mundial, QUE SE CERTO PRODUTO ESTÁ NAS

PRATELEIRAS, É PORQUE ELE FOI DEVIDAMENTE TESTADO E NÃO FAZ MAL AOS USUÁRIOS.

26 de maio às 19:05 · Curtir

**P05** Então os engenheiros não tem a responsabilidade por criar o material, mas sim, na sua implantação, em qualquer empresa

26 de maio às 19:06 · Curtir

**Professora/pesquisadora** P05 obrigada por suas colocações ... são muito importantes .. vc está vivendo isso mais do que todos nós ...muito obrigada ! acho que sua fala não encerra a discussão ... gostaria muito que os outros tbém se posicionassem.

26 de maio às 19:25 · Editado · Curtir

**Professora/pesquisadoral** Quinta feira estaremos no evento em Curitiba, não sei se vcs chegaram a olhar a pauta do evento ... mas serão discutidos dentre outros aspectos o potencial da nano para obter água potável e energia limpa .. .tenho bastante expectativa.. Como comentei com a P06 em outra postagem eu não sou contra a tecnologia só acho que os prós e contras tem que ter o mesmo peso na discussão ..

26 de maio às 19:27 · Editado · Curtir

**P07** Para mim, nano só expandiu a minha linha de noção sobre as consequências, fora isso tá tudo como eu já tinha escrito na outra vez.

27 de maio às 15:15 · Curtir

**Professora/pesquisadora** No primeiro encontro tive a impressão que vcs achavam que para a nano chegar nos produtos na mão da maioria da população era só uma questão de custos ...fiz uma leitura errada do que vcs pensavam ?

27 de maio às 17:11 · Curtir

**P08** De forma alguma realmente a barreira financeira era o único problema na minha visão. Serve para refletirmos sim de fato, mas o que mais levei comigo na verdade é que a nano é capaz de muito mais do que imaginava. A responsabilidade de um engenheiro não se limita a

uma empresa, estes produtos irão mudar a história com certeza e isto é de fato empolgante! Com os devidos estudos espero usar muito em breve a nano em meus futuros projetos.

27 de maio às 17:20 · Curtir

**Professora/pesquisadora**

P08 que barreira vc vê agora além da financeira ...Vc poderia citar alguma ... Eu vejo a barreira do domínio do mundo nano ...

27 de maio às 17:25 · Curtir

**P08** esta para mim é a única

27 de maio às 17:26 · Curtir

**Professora/pesquisadora** Mas vc acredita que chegaremos neste domínio? Eu tenho minhas dúvidas

27 de maio às 17:27 · Curtir

**P08** acredito fielmente sim

27 de maio às 17:29 · Descurtir · 1

**Professora/pesquisadora** Pois, mas o que dizer destes produtos que já estão circulando ? Se ainda não temos domínio do mundo nano. Será que não estamos sendo muito ousados ...ou aplicando um conhecimento precoce. Isto me instiga ... Isso não te preocupa ...? Vc já colocou outras vezes que não dominar o mundo nano é desafiador e um estudo extremamente empolgante. ..mas a aplicação precoce não te preocupa ?

**P08** talvez sejam eu não sei. Mas seria interessante utilizar alguns daqueles aparelhos que você mostrou para mim naquele panfleto para ver por exemplo como esta o ambiente em que estes produtos estão situados.

27 de maio às 17:40 · Curtir

**Professora/pesquisadora** Então ..mas eu não sei se da pra ver isso assim ..o efeito da reação das nanopartículas no ambiente ...parece que a preocupação gira no uso em grande escala.

27 de maio às 17:46 · Curtir

**Professora/pesquisadora** Isso me faz pensar ou lembrar na reportagem que vi sobre a criação em grande escala de salmão no Chile ...As fezes destes peixes repletas de antibióticos e de ração com produtos químicos estão indo pro fundo do oceano e matando a fauna e flora marinha ...interferindo no ciclo de vida do oceano ...em pequena escala talvez isso não foi levado em conta

27 de maio às 17:48 · Curtir

**Professora/pesquisadora** Quando falo isso desaponto vcs quanto a acreditar no lado positivo da nano

27 de maio às 17:58 · Curtir

**P08** Bom independente de muitas coisas, eu ainda acredito e muito no potencial e na realidade que a nano trará. Infelizmente problemas ambientais e outros como intoxicação não são novos e sempre decorreram de descuidos ou negligência. Continuo a pensar que a nano aliada a outras tecnologias e técnicas pode ser a solução para muitos de nossos problemas.

27 de maio às 18:01 · Curtir

**Professora/pesquisadora** existem estudiosos que problematizam a nossa crença na tecnologia para resolver os problemas criados ou enfrentados pelo homem ..crença na tecnologia e na ciência ... problematizam que esta crença pode levar o homem a menosprezar as consequências acreditando que sempre vai haver uma tecnologia ou um conhecimento que trará a solução para um problema causado por uma "velha" tecnologia ou por exemplo, para a escassez de água ou de energia... esta crença nos levaria talvez a acreditar que o homem sempre encontrará uma saída e que esta será sempre com mais ciência e mais tecnologia ... eles chamam de perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia

27 de maio às 19:20 · Curtir

**Professora/pesquisadora** O que vcs acham disso ...Não cabe aos engenheiros ?

27 de maio às 21:06 · Curtir

**P05** A gente não pode esquecer que não estamos vivenciando AINDA a nanotecnologia em larga escala, a nano está em ascensão mas ainda são poucos produtos que estão utilizando essa tecnologia, tenho medo quando a grande maioria dos produtos for em escala nano, e começarem a surgir empresas irresponsáveis que comecem a produzir sem noção dos impactos ambientais que pode causar... Qualquer impacto que conhecemos, como o do salmão que a professora citou, se fosse na escala nano, seria potencializada as consequências

27 de maio às 21:28 · Curtir

**P02** Não só pela Nanotecnologia, mas de qualquer área de atuação é necessário agir com responsabilidade, discernimento e sensatez, para que se tenha resultados gratificantes!!

28 de maio às 21:44 · Curtir

**Professora/pesquisadora** Concordo P02, mas por esta colocação que vc fez no comentário acima, eu não consigo entender se vc ter participado do Ciclo de debates sobre nanotecnologia, te despertou para uma outra dimensão ou aspecto da responsabilidade do engenheiro, algo que talvez vc ainda não tinha se dado conta . Vc poderia colocar algo sobre isso? Como coloquei ainda sou inexperiente neste tipo de atividade ...Pode ser que o estudo não tenha trazido nada de novo pra vc quanto a responsabilidade do engenheiro..

31 de maio às 16:40 · Editado · Curtir