

Análise do Processo de Desenvolvimento de um Sistema Hipermídia para Ensino de Neurociência com Base na Teoria da Atividade

JOÃO CARDOSO DE CASTRO¹ e MIRIAM STRUCHINER²

¹Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde – Universidade Federal do Rio de Janeiro, apoio CAPES, joaocardosodecastro@gmail.com

²Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde – Universidade Federal do Rio de Janeiro, apoio CNPq, miriamstru@ufrj.com.br

Resumo. O presente estudo analisou o processo de desenvolvimento do hipermídia CEMBI para o ensino de Neurociência, tendo a Teoria da Atividade de Engeström (1987) como abordagem e o trabalho de Mwanza (2001) como roteiro orientador. Com base em análise da documentação gerada neste processo de trabalho, foi possível traçar o percurso seguido pelo projeto, revelando e discutindo como as concepções teórico-conceituais influenciaram o *design* do hipermídia, as regras, a dinâmica e os diferentes papéis desempenhados pelos sujeitos de uma equipe multidisciplinar, a partir de uma proposta de reformulação de materiais educativos para o ensino de Neurociência. A Teoria da Atividade se mostrou uma abordagem teórica adequada a esta proposta, visto que pôde oferecer um conjunto de princípios básicos que permitiu um enquadramento conceitual amplo através do qual foi possível revisitar criticamente o projeto supracitado.

Abstract. This study presents an analysis of the process of development of a hypermedia system aimed at Neuroscience teaching, based on Engeström (1987) Activity Theory approach and the guidance of the work of Mwanza (2001). Based on the analysis of the documentation about produced in the process of development, it was possible to retrace the evolution of the project, uncovering and discussing the influence of theoretical conceptions in the hypermedia design, the rules, the dynamics, and the different roles of subjects in a multidisciplinary team engaged in a proposal for restructuring Neuroscience educational material. The Activity Theory have been considered an adequate analytical tool for this goal, since it was able to offer a set of basic principles which allowed for a flexible conceptual framework to critically revisit this process.

Palavras-chave: tecnologia educacional, teoria da atividade, hipermídia, Neurociência.

Keywords: educational technology, activity theory, hypermedia, Neuroscience

Introdução

A Neurociência reúne disciplinas que estudam a estrutura e função do sistema nervoso dos animais em diferentes abordagens: molecular, celular, tecidual, sistêmica e psicológica. Seu desenvolvimento evoluiu de um campo onde os elementos do sistema nervoso eram considerados de forma isolada, para uma disciplina consolidada, integrando a neuroanatomia, a neurofisiologia, neurohistologia, entre outras (LEWIS, 2006; WIERTELAK, 2003).

É fato que a aprendizagem sobre o sistema nervoso sempre foi de extrema importância para alunos das ciências biomédicas e seu conteúdo essencial a todas as carreiras (LEWIS, 2006). Nos anos 90, embora já fosse matéria regular em mais de 200 instituições de ensino biomédico, seu conteúdo era abordado de forma fragmentada e redundante, e este enfoque já não representava mais o estado da arte neste campo (LENT & STRUCHINER, 1997).

No Brasil, trata-se de uma disciplina ensinada em todos os cursos de graduação das ciências da saúde e tem um histórico de pesquisa científica há muitos anos (SILVEIRA, 2004). Seu processo de ensino não pode limitar-se à simples apreensão de um vocabulário ou à mera descrição de seus elementos e funcionamento. É necessário que seu aprendizado possibilite aos alunos fazerem as relações entre anatomia e fisiologia do sistema nervoso com as diversas funções do corpo humano quer em estado normal ou patológico (LENT & STRUCHINER, 1997).

O desenvolvimento de materiais educativos não tem conseguido acompanhar o progresso da Neurociência neste últimos 30 anos e, cada vez mais, observa-se o esforço das comunidades envolvidas com esta disciplina, na tentativa de explorar estratégias educacionais inovadoras (CLELAND, 2002; CAMERON & MCNERNEY, 2006). Uma proposta de pesquisa e desenvolvimento de materiais educativos, levando em conta essa visão, pode contribuir para a evolução do ensino da Neurociência e para a aproximação dos alunos de graduação deste saber.

É neste contexto que surge a iniciativa do projeto “Cem Bilhões de Neurônios: uma visão integrada do sistema nervoso”, o “CEMBI”, iniciado em meados de 1994, e que ainda se encontra em andamento, em alguns de seus desdobramentos. Entre as metas deste projeto, destaca-se a proposta de desenvolvimento de um sistema hipermídia sobre Neurociência, em CD-ROM, vinculado a um livro-texto de autoria do Prof. Roberto Lent (LENT, 2002). Além do livro-texto e do CD-ROM, recentemente concluiu-se o desenvolvimento de um Banco Virtual de Objetos de Aprendizagem sobre Neurociência, BV-NEURO (STRUCHINER & GIANNELLA, 2005).

A iniciativa de elaborar um texto básico associado a um material computadorizado foi ao encontro da inserção das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no cenário acadêmico, e muitas foram as possibilidades enxergadas

pelos pesquisadores em relação à sua utilização no processo de ensino-aprendizagem (SPIRO ET AL, 1988; JACOBS 1992). Trabalhos na área de ensino de ciências apontam que a utilização destes sistemas favorecem a aprendizagem significativa de conceitos científicos por suas características de apresentação da informação em diferentes formatos como texto, vídeo e animação e de sua estrutura não linear que permite ao aluno trilhar seus próprios caminhos de acordo com suas necessidades e interesses (GRIFFIN, 2003; AV-RON ET AL., 2006; MACHADO & NARDI, 2007; DUARTE & REZENDE, 2008).

O próprio projeto “CEMBI” indicava que a introdução destes dois tipos de mídia possibilitaria uma visão integrada, além de oferecer aos alunos múltiplas formas de representação deste conhecimento (LENT & STRUCHINER, 1997). Uma característica desta proposta foi o fato de ter nascido do interesse conjunto de duas áreas, neurociência e tecnologia educacional, configurando uma iniciativa multidisciplinar.

Este artigo apresenta uma análise do processo de desenvolvimento do sistema hipermídia CEMBI, abordando as principais concepções teóricas que o orientaram, os acordos e normas estabelecidos, bem como as formas de organização do trabalho em equipe. Para isto, fez-se necessário seu enquadramento em um referencial adequado a um trabalho de natureza multidisciplinar. Portanto, para descrever e analisar este processo, encontramos na apropriação de Engeström (1987) e de Mwanza (2001) sobre a “Teoria da Atividade”, um caminho para revisitar o processo de desenvolvimento do CEMBI.

Abordagem Metodológica

A Teoria da Atividade (TA) tem suas raízes históricas na filosofia clássica alemã, baseada em Marx e Engels sobre o papel construtivo e ativo do ser humano, e na psicologia histórico-cultural, fundada por Vygotsky, Leontiev e Luria (KUUTTI, 1995). A TA constitui um sistema conceitual cujo objetivo é compreender as diversas ações humanas em seu contexto social (ENGESTRÖM, 1987; MWANZA, 2001). Portanto, oferece uma “lente para a análise dos processos educacionais”, contribuindo tanto para o desenvolvimento como para a avaliação de ambientes educativos (JONASSEN, 1999).

A TA se define a partir de dois elementos: a ação orientada por objeto (*object-oriented*) e a mediação por artefatos (*artifact-mediated*). A ação orientada por objeto indica que tanto a ação como o pensamento dos indivíduos se desenvolvem a partir da atividade prática e consciente voltada para um determinado objeto; a mediação por artefatos determina que estas ações não se dão diretamente sobre o objeto (motivo da atividade), mas mediadas por ferramentas materiais ou não-materiais (MWANZA, 2001).

A partir da tríade original, Engeström (1987) desenvolveu um novo diagrama (figura 1), que inclui a idéia de atividade coletiva, acomodando outros elementos no modelo: comunidade, regras e divisão do trabalho.

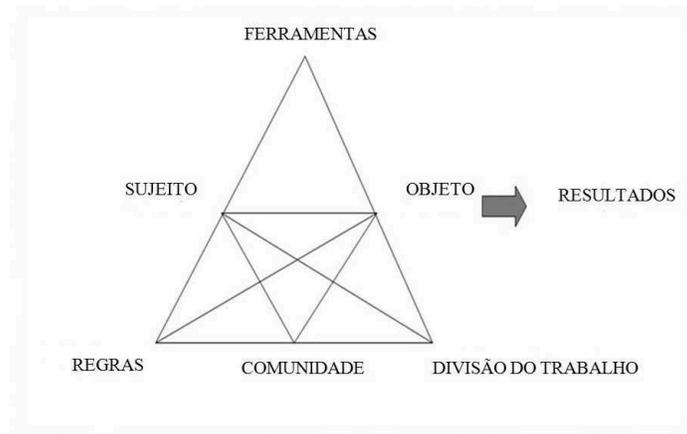


Figura 1 – Modelo do Triângulo da Atividade de Engeström (1987)

Neste modelo, sujeitos são participantes que se apropriam de ferramentas para alcançarem certos objetivos. A interação humana entre si e a busca pelo resultado desejado são mediados pelo uso de ferramentas e de regras e pela divisão do trabalho, numa determinada comunidade, que compartilhando um objeto (motivo da atividade) comum, gera uma dinâmica própria de construção e de apropriação de seus elementos.

As relações entre componentes do modelo (figura 1) expandido se multiplicam e assim se evidenciam: sujeito → “ferramentas” → objeto; sujeito → “regras” → comunidade; e, comunidade → “divisão do trabalho” → objeto. Segundo Kuutti (1995), uma “ferramenta” pode ser qualquer elemento utilizado no processo de transformação (DAVYDOV, 1999), o que inclui ferramentas materiais e ferramentas conceituais.

“Regras” são normas implícitas e explícitas na comunidade e a divisão do trabalho, se refere à organização e aos papéis dos sujeitos na atividade.

A TA tem sido apontada como referencial para estudos sobre pesquisa e desenvolvimento de ambientes virtuais de ensino-aprendizagem (GIFFORD & ENYEDY, 1999; JONASSEN, 1999; MWANZA, 2001; MWANZA & ENGSTRÖM, 2005), uma vez que: o computador é uma ferramenta de mediação entre alunos e o processo de aprendizagem; os ambientes construtivistas, em geral, são orientados por atividades relevantes para o sujeito do processo educativo; o ambiente virtual, para contribuir pedagogicamente com o processo de aprendizagem, precisa ser desenvolvido com base no seu contexto de produção e de uso.

Materiais

Utilizamos como fontes de informação a documentação e os produtos gerados no processo de desenvolvimento do CD-ROM CEMBI. Após a primeira inspeção do material, este foi organizado da seguinte forma: “Projetos” reúnem versões do projeto e pedidos de financiamento; “Estudos e Pesquisas” são trabalhos apresentados em congressos, monografias e estudos realizados sobre a utilização do CD-ROM com alunos de graduação; “Dinâmica de Trabalho” concentram atas de reuniões, *emails*, relatórios etc. e “Produtos” incluem materiais desenvolvidos (livro-texto e CD-ROM). O quadro 1 apresenta detalhadamente as fontes de informação da pesquisa.

Fontes de Informação	Identificação	Autoria	Data	Código
Projetos (n=3)	One Hundred Billion Neurons – An Integrated Introduction to the Nervous System	Prof. NEURO	1993	PROJ-V1
	New Approaches for Teaching Biomedical Sciences in Brazil – A Proposal for the Development of a New Book and Interactive System for Teaching Neuroscience in Health Sciences Education	Prof. NEURO Prof. TE	1994	PROJ-V2
	Desenvolvimento e Análise da Utilização de um Sistema Hiperídia para o Ensino de Neurociência: Cem Bilhões de Neurônios	Prof. NEURO Prof. TE	1997	PROJ-V3
Dinâmica de Trabalho (n=18)	Emails (n=7)	Prof. NEURO Prof. TE	1998	DT-EM
	Relatório de 1996 Relatório de 1997 Relatório de 1998	Prof. NEURO Prof. TE	1996 1997 1998	DT-REL1 DT-REL2 DT-REL3
	Livro-Diário de TE Livro-Diário de Neuro	Alunos TE Alunos NEURO	1996	DT-LD1 DT-LD2
	Memórias de Reunião (n=3)	Prof. TE	1997	DT-MR1 DT-MR2 DT-MR3
	Documento de Editoração/Produção	Prof. TE	1996	DT-EP1
	Planilhas de Estruturação do Conteúdo	Prof. TE	1996	DT-PEC
	Planilhas de Estruturação e Programação	Prof. TE	1996	DT-ESPR
Produtos (n=1)	Protótipo de CD-ROM	Equipe do Projeto	1998	PRD-P1
Estudos e Pesquisas (n=3)	Monografia de Informática	Bolsista TE	1997	EP-MO1
	Monografia de Programação Visual	Bolsista TE	1997	EP-MO2
	Monografia de Programação Visual	Bolsista TE	1998	EP-MO3

Quadro 1 – Fontes de Informação Utilizadas

Métodos

Como os dados para a condução desta pesquisa eram documentos relativos ao desenvolvimento do CD-ROM “Cem Bilhões de Neurônios”, optamos por um estudo de natureza qualitativa e utilizamos o método de análise de conteúdo, que compreende, *“um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens”* (Bardin, 1977, pág 42).

A análise da documentação baseou-se nos indicadores pré-estabelecidos pela TA: (a) Sujeito(s), os indivíduos envolvidos na atividade; (b) Objeto, o motivo da atividade; (c) Ferramentas, utilizadas no processo de “transformação”, materiais ou conceituais; (d) Regras, normas explícitas e implícitas, convenções ou relações sociais na comunidade; (e) Divisão do trabalho e desempenho de papéis dos sujeitos; (f) Comunidade, formada por sujeitos que compartilham o objeto (KUUTI, 1995).

Mwanza (2001) concebeu, a partir do triângulo da TA, um modelo de análise composto de seis estágios: Estágio 1 – Modelar a situação a ser estudada; Estágio 2 – Produzir um “sistema” de TA da situação; Estágio 3 – Decompor o sistema desenvolvido; Estágio 4 – Gerar Questões de Estudo; Estágio 5 – Conduzir uma investigação detalhada; Estágio 6 – Interpretar os achados.

O “Estágio 1” identifica os elementos que compõem o triângulo da atividade, a partir de “oito passos” (MWANZA E ENGESTRÖM, 2005): atividade de interesse; objetivos; sujeitos; ferramentas; regras; divisão do trabalho; comunidade e resultados. O “Estágio 2” consiste no desenvolvimento do “sistema” de atividade a partir dos elementos identificados. Segundo Mwanza (2001), essa aproximação permite que o investigador focalize áreas de interesse para análise.

Os “Estágios 3 e 4” consistem na definição de subsistemas, formados por um “ator”, sujeito ou comunidade; um “mediador”, ferramentas, regras ou divisão de trabalho; e um objeto(ivo), para o qual a atividade é orientada. Existem diferentes formas de relacionar os elementos envolvidos: a relação entre sujeito e objeto pode ser mediada pela ferramenta, por regras ou pela divisão do trabalho, sendo que estas mediações podem ser desenvolvidas tendo a comunidade como principal “ator”. Perguntas específicas de

uma combinação particular são então geradas. O “Estágio 5” consiste na investigação das questões geradas e o “Estágio 6” na interpretação destes achados.

Considerando a flexibilidade do modelo de Mwanza (2001), este serviu como roteiro orientador da análise da atividade de desenvolvimento do CEMBI, a partir das fontes de informação selecionadas. Neste artigo, os estágios 1 e 2 correspondem à “Identificação da Atividade” e “Criação do Sistema da Atividade”. Os estágios 3, 4 e 5 são trabalhados na seção “Análise do processo de desenvolvimento do CD-ROM CEMBI”.

Identificação da Atividade

A atividade de interesse foi o processo de desenvolvimento do sistema hipermídia CEMBI. Seu objetivo era um material educativo, dirigido a alunos de graduação das ciências biomédicas, que contemplasse diversas formas de representação (textos, fotos, ilustrações, vídeos) e aplicação do conhecimento em diferentes contextos (experimentos e casos clínicos) e que possibilitasse aos alunos liberdade e autonomia para explorar as informações de acordo com seus estilos e ritmos de aprendizagem.

Desenvolvida no contexto de uma universidade, contou com a participação de um laboratório de Tecnologia Educacional (TE) e um laboratório de Neurociência (NEURO), envolvendo, além dos coordenadores destas duas áreas, estudantes de Comunicação Visual, Informática, Medicina e Neurociência e técnicos de audiovisual e avaliação educacional.

O “Construtivismo” (PIAGET, 1978; VYGOTSKY, 1979), “Flexibilidade Cognitiva” (SPIRO ET AL, 1988), “Aprendizagem Significativa” (AUSUBEL, NOVAK & HANESIAN, 1978) e “Aprendizagem baseada em Problemas” (HMELO-SILVER, 2004) foram as principais teorias e “ferramenta cognitiva”, “hipertextualidade e não-linearidade” e “interface amigável” foram os principais conceitos que mediarão, como ferramentas não materiais, a concepção e o *design* do CEMBI.

As principais ferramentas materiais, além de bases bibliográficas de Neurociência, foram: *software* de edição de imagens e vídeos e de autoria de sistema hipermídia;

instrumentos de organização de trabalho como fluxograma e cronograma; instrumentos de comunicação, como diário de trabalho e email; instrumentos de organização de conteúdo como roteiros, *storyboards* e planilhas para elaboração de conceitos.

Os coordenadores estabeleciam sistemáticas e prazos para a produção do CEMBI. A troca de informações e reflexões eram constantes entre os coordenadores do projeto, por emails ou reuniões, influenciando diferentes versões do sistema hipermídia, até se definir o modelo final do protótipo.

A produção do sistema hipermídia deu-se de forma conjunta à elaboração do conteúdo do livro-texto “Cem Bilhões de Neurônios: uma introdução integrada ao sistema nervoso” (LENT, 2002). Na medida em que cada tópico do livro era desenvolvido, o hipertexto e os casos clínicos correspondentes eram trabalhados.

O processo de desenvolvimento envolveu várias ações e operações que foram desde a integração da equipe, a partir de reuniões, até as definições sobre o próprio CEMBI, todos documentados com relatos, pautas, esboços de estrutura, interface e ilustrações. Os sujeitos participavam em mais de uma etapa da produção. Enquanto a equipe de Tecnologia Educacional se concentrava nos aspectos relativos a materiais interativos no ensino de ciências, a equipe de Neurociência apresentava os conceitos desta disciplina, analisando sua estrutura e práticas de ensino, para adequação do material a ser desenvolvido.

Criação do Sistema da Atividade

Segundo Mwanza (2001), nesta etapa, os elementos identificados são esquematizados no triângulo da TA (ENGSTRÖN, 1987).

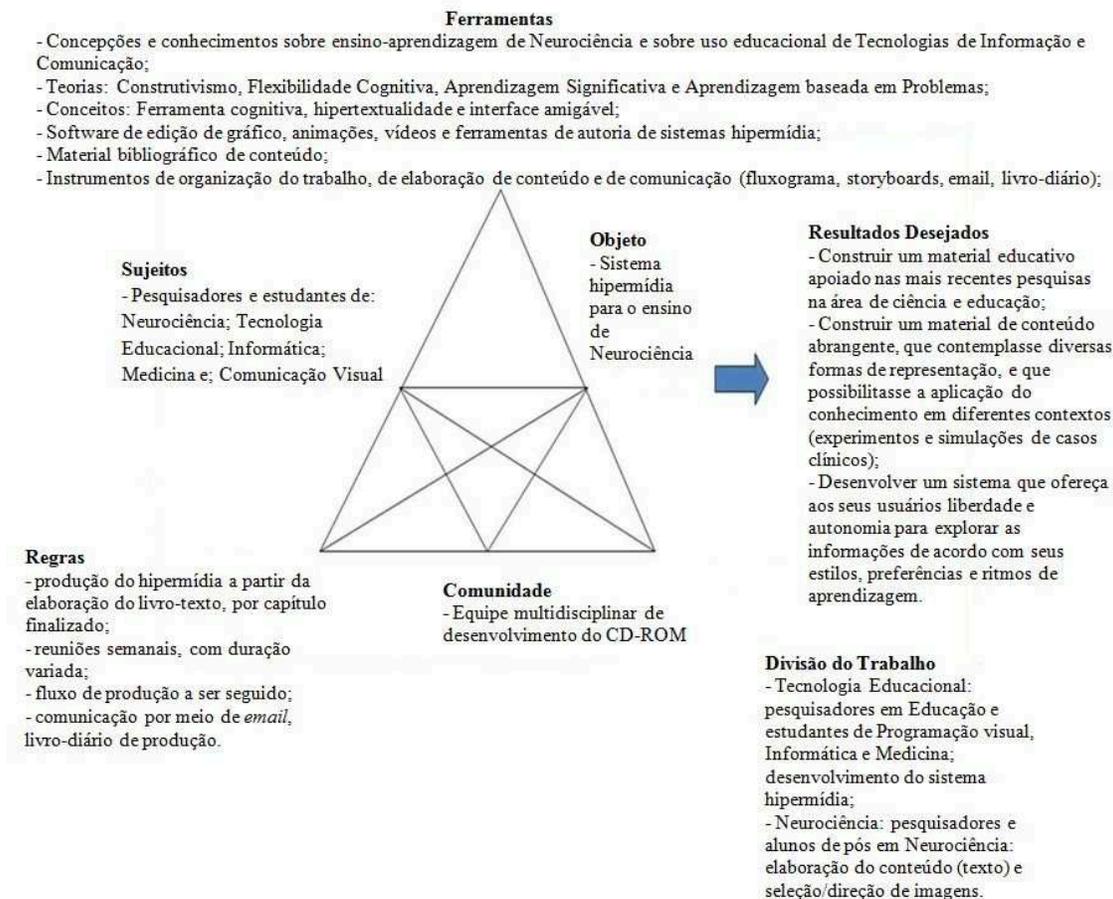


Figura 2 – Sistema da Atividade do Desenvolvimento do “CEMBI”

Análise do Processo de Desenvolvimento do CD-ROM “Cem Bi”

Três questões de pesquisa foram geradas a partir dos elementos definidos no sistema da atividade. Sua formulação objetivou compreender a influência de aspectos conceituais, as normas e procedimentos estabelecidos e a divisão do trabalho e a dinâmica de uma equipe multidisciplinar de natureza acadêmica, no processo de construção de materiais educacionais para o ensino das ciências biomédicas.

Questão 1 – Quais foram as ferramentas utilizadas pelos sujeitos e como foram utilizadas para alcançar os objetivos desta atividade?

Ao examinar a atividade de interesse, identificou-se uma série de ferramentas materiais e conceituais que permearam este processo. Ferramentas materiais são aquelas oferecidas pelas tecnologias de informática, disponíveis no mercado, e que possibilitam dar materialidade à representação dos conceitos e princípios que norteiam a concepção do material educativo nos aspectos pedagógicos e de conteúdo. Optamos analisar as “Ferramentas Não-Materiais”, assumidas pelos sujeitos, discutindo sua influência na concepção e desenvolvimento do projeto.

Foram analisadas as concepções e conhecimentos sobre ensino-aprendizagem de Neurociência bem como as teorias e concepções educacionais, como Construtivismo, Flexibilidade Cognitiva, Aprendizagem Significativa e Aprendizagem baseada em Problemas, Conceito de Ferramenta Cognitiva, Hipertextualidade e Interface Amigável.

O projeto apresentado em 1993 (PROJ-V1), de autoria do professor de Neurociência, tinha como objetivo desenvolver um livro-texto e ressaltava a visão fragmentada como problema central para o seu desenvolvimento, ou seja, sua proposta buscava a consolidação dos conhecimentos do sistema nervoso como uma disciplina integrada e não como tópicos isolados e pulverizados nas disciplinas das ciências básicas.

O projeto identificava problemas do ensino da Neurociência, apontando que o desenvolvimento do livro-texto buscaria superá-los:

“O livro-texto é o meio mais utilizado para apoiar o ensino sobre sistema nervoso. Os livros adotados são, em sua grande maioria, traduzidos do inglês... A produção brasileira é ainda bastante limitada... Tanto o material traduzido como o nacional são concebidos de forma fragmentada. Além disso, as traduções apresentam sérias limitações de conteúdo por não passarem por uma revisão detalhada de cientistas deste campo. Esta situação exige esforço de gerar um livro com uma nova concepção de conteúdo, que encare de modo integrado o sistema nervoso, associando as informações de várias disciplinas que originaram e compõem a Neurociência.” (PROJ-V1, p.4)

Outra proposta do projeto (PROJ-V1) era que o texto fosse acessível a diferentes níveis de formação e que a linguagem fosse apropriada aos seus potenciais leitores: *“o texto será revisado por uma equipe de jornalistas cuja função é melhorar a linguagem de modo que se torne acessível a estudantes e leitores leigos” (PROJ-V1, pág 5)*. Nota-se a intenção de ampliar o acesso ao conteúdo, por meio de linguagem apropriada ao contexto dos diferentes alunos, possibilitando, assim, um diálogo mais profícuo entre os conceitos científicos e as representações que os leitores possuem sobre o sistema nervoso. Muito

embora o livro, como tecnologia educacional, não possua facilidades para interatividade como outros meios, esta proposta trazia, em sua origem, uma perspectiva dialógica, que facilitasse o contato dos alunos com diversas formas de representação do conhecimento e com autonomia para desenvolver uma relação produtiva com o texto.

Em projeto datado de Setembro de 1994 (PROJ-V2), com a ampliação de objetivos, que pode ser observada no próprio título da proposta, onde em 1993 se via “Um Bilhão Neurônios – Uma Introdução Integrada ao Sistema Nervoso” (PROJ-V1), agora se vê “Novas Abordagens para o Ensino das Ciências Biomédicas no Brasil – Uma proposta de desenvolvimento de um novo livro e sistema interativo para o ensino de Neurociência na Educação das Ciências da Saúde” (PROJ-V2), a pesquisadora de TE introduziu a vertente digital ao projeto e os fundamentos educacionais necessários à concepção de um material de ensino.

Além do desenvolvimento do livro com cerca de 350 páginas, o projeto agora encerrava também o desenvolvimento de um hiperdocumento, que além da rede semântica de conceitos sobre sistema nervoso, apresentaria estudos de caso de experimentos e simulações de casos clínicos para cada profissão das ciências biomédicas. Esta proposta assim se fundamentava:

“Tanto os sistemas baseados em simulações como os baseados em hipermídia são considerados na literatura como “ferramentas cognitivas” (DERRY & LAJOIE, 1993). Ferramentas cognitivas são aquelas que se caracterizam como amplificadores das habilidades cognitivas do aluno. Sua aplicação ao processo de ensino aprendizagem baseia-se na visão holística do conhecimento e de suas características de interconectividade e de interdependência entre domínios. Do ponto de vista pedagógico, pressupõe que o raciocínio intuitivo, a exploração, a participação ativa e o controle sobre este processo sejam condições essenciais para a formação do pensamento produtivo (BRUNER, 1977). Rejeita a idéia do aluno como receptáculo dos conhecimentos e experiências do professor e assume a não linearidade do processo de aprendizagem.” (PROJ-V2, p.7)

A proposta da vertente digital do projeto era de um sistema hipermídia contendo, de forma dinâmica e ilustrado com animações e vídeos, os principais conceitos e imagens de Neurociência apresentados no livro. A integração entre o CD-ROM e o livro-texto possibilitaria aos alunos se engajarem em diversas modalidades interativas com o conteúdo da disciplina. Na versão de 1994 (PROJ-V2), o conceito de hipermídia buscava contribuir, agora com outras possibilidades e ferramentas, para fortalecer a abordagem

construtivista que orientou o projeto, assumindo, também, uma abordagem sobre conhecimento, aprendizagem e sobre o papel da tecnologia no ensino.

“A proposta de combinar estas duas modalidades de ferramentas cognitivas no programa sobre sistema nervoso vem ao encontro destes princípios. Possibilitará aos alunos de graduação um espaço aberto para a exploração, experimentação e descoberta, além de livre acesso às informações no desenvolvimento e aplicação desse conhecimento.” (PROJ-V2, p.7)

Por se tratar de um texto em formato digital, ao qual é possível agregar outros conjuntos de informação em formato de texto, imagens ou sons, e cujo acesso se dá através de palavras-chaves (*hotword*) e logicamente interconectadas, denominadas *hiperlinks* ou *links* (LÉVY, 1999), este modelo possibilita uma nova forma de organização e acesso aos conteúdos, onde o aluno pode trilhar caminhos, relacionar conceitos, além de visualizar e interagir com diferentes representações e abordagens dos conceitos apresentados (LANDOW, 1992). Este enfoque é, portanto, compatível, complementar e potencializador do pressuposto da construção próprio livro, em sua primeira proposta.

Porém, é no projeto de 1997 (PROJ-V3), cujo foco está centrado na pesquisa, desenvolvimento e avaliação do CEMBI propriamente dito, que encontramos as principais definições conceituais e o planejamento detalhado deste material.

“Esta proposta vem ao encontro das inúmeras dificuldades e limitações que vêm sendo diagnosticadas nos modelos de ensino tradicionais, não apenas nas ciências biomédicas, mas em praticamente todas as áreas. De uma maneira geral, os materiais educativos oferecem aos alunos “ambientes” que estruturam o conhecimento de forma simplificada, sem levar em conta a complexidade dos fenômenos apresentados e suas possíveis interpretações e facetas de acordo com os diferentes contextos em que ocorrem. Nosso modelo conceitual procura contemplar a construção de um ambiente que ofereça: (1) a possibilidade do usuário vivenciar a experiência de construção do conhecimento de acordo com suas características e necessidades; (2) a abordagem do conteúdo sob diversas perspectivas; (3) a possibilidade de envolver a aprendizagem em contextos relevantes e realistas; (4) autonomia e metacognição no processo de aprendizagem e (5) múltiplas formas de representação do conhecimento). Estas são algumas das características de um ambiente construtivista de aprendizagem (Cunningham, Duffy & Knuth, 1993; Boyle, 1997)” (PROJ-V3, p. 12).

A versatilidade, possibilitada pelo conceito de hipermissão, associada aos diferentes recursos e tratamento do conteúdo, oferece uma aprendizagem que vai ao encontro da abordagem da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (SPIRO ET AL., 1988), outra prerrogativa conceitual deste material. Esta teoria parte do princípio de que para dar

conta da complexidade do conhecimento, é necessário oferecer diferentes formas de representação e diferentes caminhos para percorrer as informações. Baseado nestas premissas é importante que o estudante faça “releituras” de um mesmo conteúdo, em tempos diferentes, formatos distintos e rearranjados, e a partir deste esforço poderá atingir o núcleo de sentido do material estudado (SPIRO ET AL., 1988).

A proposta de Aprendizagem Baseada em Problema, por sua vez, tem como objetivo oferecer aos estudantes a oportunidade de compreender os conceitos estudados em contextos/situações de prática profissional, motivando-os a compreender sua complexidade e pertinência. Os estudantes assumem responsabilidade sobre a atividade, organizando e direcionando o aprendizado (HMELO-SILVER, 2004; MERRILL, 2007).

Desta forma, justifica-se a organização proposta para o CEMBI, sobretudo se for levada em consideração a noção de complementaridade entre o material informatizado e o livro-texto. Alguns elementos desta complementaridade, bem como sua concepção pedagógica foram identificados no projeto de 1997 (PROJ-V3), destacados a seguir:

(a) possibilidade dos alunos acessarem o conteúdo de acordo com sua área de formação profissional (medicina, biociências, odontologia, nutrição, enfermagem, educação física, fonoaudiologia e divulgação científica): mesmo assumindo que os conceitos básicos sobre o sistema nervoso são comuns à todas as áreas e requerem, para sua *“compreensão conhecimentos básicos das ciências biológicas, normalmente integrantes do currículo do ensino fundamental como os conceitos de célula, tecido, molécula, impulso elétrico, mecanismo biológico etc.”* (PROJ-V3, p. 10), a orientação para as diferentes carreiras possibilita que ao acessar o sistema, o aluno se encontre diante de uma mesma rede semântica de conceitos (relacionada por meio de *hiperlinks*), porém com casos clínicos e experimentos de interesse (filtrados) por área de atuação;

(b) possibilidade de representação da informação de diferentes formas e perspectivas; o relatório do projeto de 1996 (DT-REL1) apresenta, em um quadro, os elementos básicos de informação que compõem o CEMBI:

“Conceitos Fundamentais sobre Sistema Nervoso (CF) - são as unidades básicas de informação do sistema); Aplicações dos Conceitos (AP) - são exemplos interativos de principais conceitos aplicados a diferentes contextos de acordo com sua natureza: experimentos ou casos clínicos; Banco de Imagens (BI) – os conceitos e as aplicações são sempre apresentados com imagens (ilustrações, fotos, gráficos, animação,

vídeo e/ou slide-som) e comporão uma base de informação visual sobre Neurociência.” (adaptado de DT-REL1, p.4)

(c) flexibilidade para os alunos acessarem os elementos de informação em diferentes perspectivas – no relatório de 1997 (DT-REL2), encontram-se as diferentes possibilidades de leitura definidas pelo que se denominou “*Modelo de Organização Editorial das Informações sobre Sistema Nervoso*” (DT-REL1, p.4), assim explicitado: Conceitos A-Z – todos conceitos fundamentais em ordem alfabética (os alunos podem “navegar pelo menu” ou pelas ligações internas entre conceitos); Capítulos do Livro – os três elementos (CF, AP, BI) serão organizados e “selecionados” (por filtros) seguindo a mesma estrutura de organização apresentada no livro; Abordagens de Estudo do Sistema Nervoso – CFs, APs, BIs serão organizados e “selecionados” (por filtros) para que os usuários possam consultar as informações seguindo diferentes olhares possíveis (Abordagens) no estudo do sistema nervoso: (1) Anatômica, (2) Histológica, (3) Fisiológica, (4) Bioquímica, (5) Molecular, (6) Biofísica, (7) Histológica e (8) Histórica. (adaptado de DT-REL1, p.4). Além disto, os alunos podem acessar o conteúdo pelo Banco de Imagens ou de Aplicação.

O que se conclui é que a estruturação do conteúdo possibilitou levar a cabo os conceitos educacionais escolhidos pelo projeto. A proposta de desenvolvimento do CEMBI se baseou, também, na premissa de que a qualidade de um sistema educacional informatizado é dependente de aspectos relacionados à área de fatores humanos e concretizados no *design* da interface do programa, ou seja, na concepção dos elementos da comunicação usuário-programa (SHNEIDERMAN, 1992). Um traço do CEMBI é sua interface amigável, isto é, o sistema é passível de ser utilizado por indivíduos com diferentes níveis de experiência com computadores, visto que a aprendizagem de sua manipulação se dá rapidamente e o sistema computacional desaparece, possibilitando que o usuário se concentre no conteúdo da informação (SHNEIDERMAN, 1992). O relatório (DT-REL2) de 1998, que documenta e discute o processo de *design* do protótipo, apresenta a seguinte observação:

“De acordo com os estudos apresentados, concluímos que o design da interface do sistema “Cem Bilhões de Neurônios” foi fundamental para materializar os conceitos iniciais que integraram o projeto (livro e sistema hiperídia)... A evolução visual e conceitual do sistema hiperídia foi, em grande parte, proporcionada pelos estudos de design de interface que priorizam consistência, simplicidade, orientação

precisa e liberdade de ação, focada no usuário e na identificação formal com o repertório visual do mesmo.” (DT-REL2, p. 16)

Estas observações abordam um aspecto relevante desta questão de estudo. Tendo optado por concentrar a análise nas ferramentas não materiais mais importantes, foi possível associá-las de forma a compreender como estas orientaram a atividade de desenvolvimento do CEMBI. Cabe aqui uma reflexão sobre como os sujeitos se apropriaram destes conceitos na elaboração do projeto e, certamente, esta apropriação não foi uniforme. Levando-se em conta que os sujeitos eram, em sua maioria, estudantes de graduação de diferentes áreas de conhecimento, fica evidente que a formulação dos conceitos que orientaram o projeto ficou por conta dos dois professores, que construíram a proposta inicial do material educativo. As ferramentas conceituais trazidas pelo professor de NEURO concentraram-se na abordagem de ensino desta disciplina e nos problemas e necessidades para sua consolidação. Estas questões se concretizaram em uma proposta integrada com outros meios e fundamentada teoricamente do ponto de vista pedagógico pela professora de TE.

Isto não significa que houve uma apropriação integral dos conceitos pelos dois coordenadores do projeto, mas a compreensão dos problemas e propostas de ensino de Neurociência e sua tradução para o campo educacional. Quanto aos demais sujeitos, parece que estes se apropriaram destas teorias e conceitos para concretizar as diferentes etapas do projeto. Isto pode ser notado nas três monografias geradas pelos alunos de graduação (EP-MO1; EP-MO2; EP-MO3), que tomaram como base as premissas e o referencial do projeto no desenvolvimento de suas atividades específicas.

Questão 2 – Quais regras afetaram a forma como os sujeitos alcançaram seus objetivos e como?

Segundo Kuuti (1995), regras incluem normas implícitas e explícitas, convenções e relações sociais em uma comunidade. O desenvolvimento de um material educativo informatizado pressupõe uma equipe multidisciplinar, envolvendo um processo contínuo de negociação de valores, perspectivas em relação ao desenvolvimento e uso do material, visão sobre os potenciais usuários, conhecimento e abordagem sobre o conteúdo, bem como aspectos técnico-metodológicos para sua concretização. O contexto e, especialmente, a forma como as relações entre sujeitos são estabelecidas, influenciam as

principais normas e regras, suas motivações, funções e dinâmicas. Deve-se ter em conta que este projeto se desenvolveu no contexto universitário, pautado pelo interesse na pesquisa e na formação dos estudantes.

Foi possível identificar, na documentação analisada, acordos e rotinas de comunicação estabelecidas explicitamente para o trabalho em equipe e regras relacionadas ao método de trabalho de construção do material educativo.

O acordo fundamental que se estabeleceu foi a concretização da proposta de pesquisa e desenvolvimento do material educativo (livro e CD-ROM), que possibilitou consolidar o compromisso de trabalho, os caminhos metodológicos a serem perseguidos e a busca de recursos para sua viabilização. Nos projetos de pesquisa analisados, respectivamente datados de 1993 (PROJ-V1), 1994 (PROJ-V2) e 1997 (PROJ-V3) foi possível constatar como os acordos e compromissos foram se consolidando. No primeiro projeto, que propunha a elaboração do livro-texto, a autoria e os procedimentos estavam centrados na figura do professor de NEURO, limitando-se a sua proposta individual de desenvolvimento do conteúdo, já que o projeto não incluía os procedimentos necessários à produção do “livro” propriamente dito, quer do ponto de vista da elaboração de um protótipo, quer de sua produção industrial.

As propostas posteriores (PROJ-V2 e PROJ-V3) revelaram não apenas a integração da vertente hipermídia e a fundamentação teórico-metodológica, mas também a definição de uma equipe de trabalho, identificada nominalmente, que comporia o corpo dos sujeitos envolvidos. Estes dois últimos projetos são apresentados pela sua coordenadora, a professora de TE.

Entre as propostas de 1994 e 1997, nota-se maior aprofundamento no nível de especificação sobre o material hipermídia a ser desenvolvido. O projeto de 1994 apresenta de forma genérica e conceitual os passos a serem trilhados no desenvolvimento do material e o conteúdo e sua estruturação reproduzem o roteiro elaborado pelo professor para os capítulos do livro:

“O conteúdo do programa deverá seguir a estrutura desenvolvida a seguir: I. Organização Geral do Sistema Nervoso ... II. Macro e Microambiente do Sistema Nervoso... III. Transmissão de Mensagens no Sistema Nervoso... IV. Sistemas Sensoriais... V. Sistemas Motores Somáticos... VI. Sistemas Homeostáticos... VII. Sistemas Neuropsicológicos Complexos ...” (PROJ-V2, p 11-13)

E no que diz respeito à estruturação do sistema CEMBI apresenta a seguinte definição:

“Concomitante à elaboração do texto básico, ocorrerá a sua estruturação para adaptá-lo à linguagem de um sistema hipermídia. Isto é, texto e ilustrações/imagens serão organizados em grupos de informação (nós) e os elementos-chave (botões) desses materiais serão definidos para servir aos usuários como opções de navegação através dos nós que estiverem inteligentes... Da mesma forma será feita a organização dos casos simulados para adequar sua linguagem e ambientação ao sistema, ... especialmente para definir as inteligências entre o hiperdocumento e os casos simulados.” (PROJ-V2, p.16)

Porém, é no projeto de 1997, onde se encontram descritos, detalhadamente, a estrutura, o conteúdo e as ações a serem desenvolvidas, indicando avanços na proposta como um instrumento norteador das estratégias e procedimentos para o desenvolvimento e avaliação do protótipo com um grupo de estudantes de medicina. A trajetória das propostas parece refletir a consolidação da equipe formada e o início das atividades de desenvolvimento. Além do “Conteúdo do Livro e do Sistema Hipermídia”, da “Apresentação dos Elementos de Informação do Sistema” e do “Modelo de Organização Editorial das Informações sobre Sistema Nervoso”, já discutidos na pergunta 1, a proposta incluía a definição de outros recursos para auxiliar os estudantes no estudo do Sistema Nervoso mediado pelo sistema hipermídia: referências, índice interativo, ajuda, bloco de notas, textos e figuras para *download*, bloco de anotações, marcador de texto, saída para arquivo e/ou impressão etc.

Além disto, apresentava previsão da quantidade de diferentes tipos de informação, como por exemplo: número de conceitos fundamentais por tela, por capítulo, por total do sistema, número de imagens etc. (quadro 2).

Tipo de Informação	Quantidade p/ Tela	Quantidade p/ Capítulo	Total no Sistema
Conceito Fundamental	1 p/ tela	6 – 10	140 - 200
Imagem	2 -3	12 – 24	300 - 500
Aplicação Experimentos e/ou casos clínicos (p/ capítulo)	(não se aplica)	3	10 – 15 vídeos 10 – 15 animações 45 – 55 slide-tape (foto e/ou desenho)

Quadro 2 - Previsão de Diferentes Tipos de Informação no CEMBI (PROJ-V3, p.15)

Para dar conta da formatação necessária ao tipo de informação a ser veiculada no sistema hipermídia e à complexidade e quantidade de suas interligações num sistema não linear, este mesmo documento (PROJ-V3) apresentava dois grupos de formulários (fichas estruturadas a serem preenchidas), elaborados para auxiliar na definição e na organização dos sistema. Estas planilhas eram “ferramentas” especialmente construídas, a partir das definições metodológicas e normas, para normatizar a construção do CEMBI. As “Planilhas de Estruturação do Conteúdo” (DT-PEC) e “Planilhas para Estruturação e Programação” (DT-ESPR) indicavam todas as categorias de informação necessárias para compor o sistema hipermídia e sua programação, tanto em termos de conteúdo, como de interatividade. A utilização deste material na prática encontra-se documentada no acervo analisado. Estas foram preenchidas pela equipe de NEURO, responsável pelo conteúdo. A partir deste material é que as telas do sistema eram implementadas e as imagens e casos elaborados. Em relação às regras de organização do trabalho na equipe, PROJ-V2 também revela as etapas e o fluxo da produção de forma sintética em um diagrama.

Estas definições encontram-se também em outros documentos de veiculação interna como Documento de Editoração/Produção (DT-EP1), Memórias de Reunião da Equipe (DT-MR1, DT-MR2, DT-MR3), além de fazer parte do Relatório de 1996 (DT-REL1), primeiro relatório de atividades.

O relatório de 1998 (DT-REL3), que sintetiza todas as etapas do projeto e desenvolve os resultados do estudo piloto do protótipo do livro e do sistema hipermídia com um grupo de estudantes, lista as “Principais Atividades” da seguinte forma:

Fase de Planejamento - Oficinas de Concepção e Planejamento do Projeto (coordenação e alunos); Oficinas de Integração Multidisciplinar; Seminário para Formação da Equipe de Casos Clínicos e Experimentos (software) e Fase de Implementação – Reuniões de elaboração do material com definições sobre: estrutura detalhada para o livro e software; linguagem e tratamento de imagens; layout do livro e interface do sistema hipermídia; Produção de textos, do protótipo do sistema hipermídia e da boneca do livro; Reuniões semanais de acompanhamento; Avaliação do protótipo. (DT-REL3, pag. 5)

Esta organização revela de forma estruturada e sistemática as etapas, os recursos e os acordos explícitos assumidos pelos sujeitos para viabilizar a construção do material educativo, uma atividade complexa que requer conhecimentos de diferentes campos, atuando integradamente. No entanto, é importante entender como os sujeitos se envolveram neste percurso e nem sempre este parece ter sido linear ou imune a

questionamentos e revisões. Do ponto de vista da dinâmica de trabalho, negociações sobre os procedimentos e etapas do processo, encontramos várias fontes tais como emails (DT-EM) trocados entre os coordenadores, roteiros e memórias de reuniões (DT-MR1, DT-MR2, DT-MR3), cronogramas (DT-EP1) e os livros-diário (DT-LD1 e DT-LD2).

As pautas de reunião para discussão do andamento do processo são de 1997. Na primeira delas, de abril de 1997 (DT-MR1), fica clara que a aderência às normas e aos procedimentos estabelecidos para a produção seria a principal referência, porém com a compreensão de que em um processo dinâmico e com diversos atores, esta poderia estar sujeita a questionamentos e revisões que deveriam ser compartilhadas:

“... Ou seja, desenvolver um sistema integrado às concepções/idéia proposta. Isto não quer dizer que os conceitos iniciais não possam ser questionados, mas isto deve ficar explicitado para todos e deve ser encarado/assumido como tal e justificado.” (DT-MR1, pág. 1)

Evidencia-se, também, a preocupação de que estas normas não deveriam se constituir em impasses para a liberdade de reflexão e de intervenção no desenvolvimento do trabalho, a partir de ações conscientes dos sujeitos, aqui exemplificadas:

“É importante ressaltar, no entanto, que este conjunto de definições não deve ser encarado como uma ‘camisa de força’ para a criatividade e para a possibilidade de desenvolver o conteúdo de acordo com as necessidades das próprias informações e do público alvo” (DT-EPI, p.2)

“É importante, também, que os avanços no projeto sejam apresentados e defendidos por aqueles envolvidos diretamente na sua elaboração, para que o processo possa ser discutido.” (DT-MR1, p.3)

Além de apresentar a expectativa sobre a postura da equipe em relação aos passos metodológicos da atividade, as atas das reuniões revelam pontos abordados tais como aspectos técnicos, características do CEMBI, cronogramas e atribuições de responsabilidades. Destaca-se a pontuação de aspectos operacionais relacionados à dinâmica do trabalho e às relações profissionais e interpessoais no contexto das etapas de construção de material, conforme constatado em ata de Abril de 1997:

“O funcionamento da equipe deve ser mais integrado. Não é possível que a resposta de uma cobrança seja ‘fulano ainda não me deu, então não posso fazer’. As relações devem ser estabelecidas de maneira que os envolvidos no processo de produção interajam em todas as etapas e estas possam ser cumpridas harmonicamente. Os prazos finais devem contemplar tempo suficiente para que cada etapa do processo possa ser executada com êxito. (DT-MR1, pag. 3)

As atas serviram, portanto, para desvendar discussões sobre o andamento das atividades, tornando os sujeitos da equipe informados das transformações e tomadas de

decisão ocorridas no processo de produção e facilitou a integração dos laboratórios envolvidos, deixando claro à equipe os objetivos do projeto.

No que diz respeito à rotina de trabalho, além das reuniões da equipe, estabeleceu-se outro tipo de comunicação para o compartilhamento das atividades, o Livro-Diário (DT-LD1). Tratava-se de um caderno onde a equipe postava avisos sobre o andamento de suas atividades, bem como informava sobre a localização de arquivos e imagens, utilizado principalmente pelos estudantes ligados à área de TE (DT-LD1) sobretudo em aspectos de *layout*, ilustração e programação do sistema. A maioria das mensagens “postadas” no livro-diário concentram-se no período de abril a agosto de 1997, que coincide com o período registrado nas Pautas de Reunião, indicando que esta foi a fase mais intensa de construção do material. Em geral, as mensagens eram colocadas individualmente por um dos membros da equipe, porém há várias postagens assinadas por dois ou três membros da equipe. Os trechos abaixo, retirados do Livro-diário exemplificam respectivamente uma mensagem individual e outra mensagem em grupo:

“14/05/97 – [Aluno de Informática] às 22:20h

Concertei alguns bugs visuais (DT-LD1, verso da página 3)

“02/06/97 – [Aluno e Aluna de Programação Visual]

Decisões sobre a capa do software junto com a [Prof. de TE]. Começamos as telas de menus (abordagem, capítulos etc.). Fizemos a caixa de descrição das opções do menu principal. Falta fazer o texto e programar.” (DT-LD1, pág.3)

Observa-se que o livro-diário foi um instrumento criado para comunicação no grupo, especialmente na fase de desenvolvimento do protótipo, e que regulou a rotina de registro e acompanhamento do trabalho pela equipe.

Como este trabalho baseia-se na análise da documentação produzida durante o projeto do CD-ROM, as regras e normas observáveis na documentação, são aquelas elaboradas e explicitadas nestas fontes. Não foi possível identificar normas implícitas, já que implicariam em interpretações baseadas no registro de outras fontes tais como observações de dinâmicas de trabalho e depoimentos dos sujeitos envolvidos, o que não era possível, já que esta é uma pesquisa *ex-post-facto* (COHEN ET AL, 2000). Foi possível, nesta análise, identificar as regras e normas relacionadas com os procedimentos de trabalho e suas rotinas, tanto do ponto de vista do planejamento e organização das

etapas de trabalho, dos aspectos técnicos e das formas de relacionamento dos sujeitos da equipe para o desenvolvimento do projeto.

Questão 3 – De que forma a divisão do trabalho estabelecida influenciou a forma como os sujeitos alcançaram seus objetivos?

De acordo com o modelo da atividade concebido por Engeström (1987), esta pergunta relaciona-se à forma como os sujeitos se organizaram e desempenharam seus papéis no desenvolvimento das ações necessárias ao alcance do objetivo. Este projeto reuniu duas equipes compostas por professores e estudantes. Assim, segundo o Projeto de 1997 (PROJ-V3) afirmava:

“Enquanto o Lab. de Tecnologia Educacional abordará aspectos relativos às aplicações da informática na educação, às modalidades de software educacional e às características e potencialidades dos diferentes sistemas, o grupo de Neurociência será responsável por apresentar seus principais conceitos, buscando analisar a estrutura do conteúdo e as práticas de ensino a elas associadas” (PROJ-V3, pag 14)

A documentação revelou que o grupo de pesquisadores de NEURO, de fato, se dedicou ao conteúdo e ofereceu subsídios sobre sua prática educativa e sobre as aplicações deste conhecimento nas profissões da saúde. Porém, seguiu, orientado pelas definições pedagógicas e técnicas elaboradas pela equipe de TE, a partir de uma intensa interação e colaboração entre os dois grupos nas diversas etapas do processo. Isto foi constatado nas fontes de informação, que indicam participação conjunta de toda a equipe em momentos decisórios do processo. A partir do levantamento realizado nos relatórios (DT-REL1, DT-REL2, DT-REL3) e no livro-diário (DT-LD1, DT-LD2), foi possível elaborar o quadro 3, revelando as participações e as colaborações das duas equipes nas diferentes etapas.

Algumas interações entre membros das duas equipes, sobre aspectos da produção do CEMBI, podem observados no Livro-Diário (DT-LD1):

“14 de Fevereiro de 96: tivemos uma reunião com o [Prof. Neuro], [Prof. TE] e [Alunos Ciências Básicas] e foi discutido possíveis mudanças que serão efetuadas na forma da redação. ([Aluno de Medicina da Equipe TE], DT-LD1, pág 3).”

<i>Ações Desenvolvidas/Etapas</i>	<i>Equipe Responsável</i>	<i>Sujeitos envolvidos</i>
Proposta/Concepção/Coordenação	Neuro e TE	Prof. de Neuro Prof. de TE
Design do Material Educativo – CD	TE	Prof. de TE
Definição do Conteúdo	Neuro	Prof. de Neuro
Elaboração do conteúdo/texto	Neuro	Prof. de Neuro Alunos de Ciências Básicas
Elaboração de imagens/animações/vídeos	Neuro e TE	Alunos de P.Visual Técnico em Audiovisual
Revisão de Conteúdo/textos	Neuro e TE	Prof. de Neuro Prof. de TE Alunos de Ciências Básicas
Revisão de Imagens	Neuro e TE	Prof. de Neuro Prof. de TE Alunos de Ciências Básicas Alunos de P.Visual Técnico em Audiovisual
Modelagem e programação do sistema	TE	Aluno de Informática
Design da Interface Gráfica	TE	Alunos de P.Visual
Testagem/revisão do Protótipo	Neuro e TE	Todos os envolvidos
Avaliação do Protótipo com Estudantes de Graduação em Medicina	Neuro e TE	Prof. de Neuro Prof. de TE Alunos de Ciências Básicas Alunos de P.Visual Técnica em Avaliação Educ.

Quadro 3: Participação das equipes e dos sujeitos no desenvolvimento do CEMBI

No que diz respeito à configuração das equipes, a de NEURO tinha perfis mais homogêneos, pesquisadores e estudantes das ciências básicas (área biomédica). Já a equipe de TE era mais diversificada e multidisciplinar, reunindo pesquisadores em educação, estudantes de informática, programação visual e medicina e técnicos em audiovisual e avaliação educacional. Portanto, além da divisão do trabalho que se estabeleceu entre a elaboração do conteúdo e o desenvolvimento do sistema hipermídia, o contexto de construção do CEMBI propriamente dito pressupôs áreas de conhecimento diversificadas, inerentes à natureza da atividade de *design* de materiais educativos.

Assim é que encontram-se também documentadas no relatório de 1998 (DT-REL3), como parte da concretização das atividades do projeto CEMBI, três monografias de graduação de autoria de bolsistas do Laboratório de TE: (1) “Aplicação do Modelo

OOHDM na especificação do sistema hipermídia Cem Bilhões de Neurônios” (EP-MO1), apresentada ao Instituto de Matemática, bacharelado em Informática, que apresentou esta metodologia de modelagem de dados para especificar e programar o CEMBI; (2) “O design gráfico de um livro didático: Cem Bilhões de Neurônios” (EP-MO2), apresentada ao Curso de Programação Visual, que pesquisou e elaborou o projeto gráfico do livro e apresentou a “boneca” do livro cujos aspectos visuais e ilustrações serviram de base, também, para a elaboração do CEMBI e (3) “Pesquisa e desenvolvimento da Interface Gráfica do Sistema Hipermídia Cem Bilhões de Neurônios” (EP-MO3), apresentada ao curso de Programação Visual e que versou sobre a proposta de interface gráfica do CEMBI.

Estes três trabalhos representam um dos aspectos da divisão do trabalho e do papel desempenhado pelos sujeitos no contexto da produção de material. Além de terem pautado a forma de participação e o envolvimento destes alunos, orientados pelos coordenadores, de conteúdo e, em especial, de tecnologia educacional, representaram marcas da multidisciplinaridade inerente à natureza deste projeto. A leitura destes trabalhos revela não apenas a influência das ferramentas teórico-conceituais do campo de educação, mas também a integração de novos artefatos conceituais e metodológicos a partir de cada área do conhecimento, como podem ser vistos nos dois exemplos abaixo.

“A etapa de especificação dos dados e documentação do sistema hipermídia foi elaborada através da metodologia de OOHDM (Object Oriented Hypertext Design Model) (Schwabe, 1996). O enfoque metodológico geral do projeto do sistema (Modelo de Abstração da Interface) de Koper (1995). Este modelo integra os métodos de engenharia de software baseados em “Ciclo de Vida em Espiral” e “Ciclo baseado na Prototipagem Rápida” aos requisitos de desenvolvimento de materiais educativos... Estes dois modelos, integradamente, baseiam-se no desenvolvimento de sistemas por equipes multidisciplinares.” (EP-MO1, 1997)

A prototipagem rápida possibilitava o diálogo constante da equipe, já que viabilizava que os sujeitos, independentemente da formação e função no projeto, pudessem rapidamente visualizar, experimentar, avaliar seu funcionamento e prever sua utilização no contexto educacional. Já, o ciclo de vida em espiral, estabeleceu a marca necessária de flexibilidade para se reverem conceitos, resultados e até objetivos, a partir da avaliação da equipe e do estudo com estudantes de graduação em medicina e de outras áreas, conforme Relatório de 1998 (DT-REL3).

Quanto ao contexto da elaboração da interface gráfica, *design* visual das telas e a comunicação usuário-sistema, destacamos a abordagem adotada:

“A análise da definição da interface gráfica para o sistema “Cem Bilhões de Neurônios” baseou-se no enfoque de Hodges e Sasnett (1993). Estes autores utilizam o enfoque da ‘análise filmica’ para conceituar os elementos e definir as características e atributos principais das interfaces gráficas de um sistema hipermídia ... É a combinação e a transição destes contextos que correspondem à montagem na teoria filmica. No caso do sistema “Cem Bilhões de Neurônios”, que é um sistema cuja proposta apresenta complexidade na estruturação do conteúdo, vários contextos de informação foram definidos.” (EP-MO3, 1998)

A abordagem multidisciplinar foi uma característica do processo em análise, influenciando as interações e a integração das equipes e, portanto, uma tarefa complexa, que mesmo sendo permeada por regras sistemáticas de trabalho como as descritas na questão 2, esteve sujeita a tensões/contradições e negociações a partir das diferentes visões e valores dos participantes sobre este processo. Um exemplo de “tensão” que se estabeleceu nesta atividade, a partir das diferentes experiências e expectativas que povoam processos multidisciplinares se encontra em uma troca de emails (DT-EM, 1998) entre os coordenadores do projeto:

“Coord. TE – Estou com algumas dúvidas sobre as suas hipóteses de trabalho em relação a elaboração deste material: você se importaria de refletir e esclarecer um pouco mais sobre isso? Pensei em enviar um email para você responder por escrito!?”

Coord. NEURO – Não entendo a necessidade desta formalidade. Não seria suficiente conversarmos pessoalmente sobre o assunto?”

Coord. TE – Não se trata de formalidade e sim de formalização. Ao conceber um material de ensino o especialista coloca uma série de pressupostos sobre o conteúdo em si, sobre a sua visão sobre como se aprende melhor esta disciplina etc. Ter as suas idéias registradas de alguma maneira parece importante para derivarmos indicadores para avaliação...” (DT-EM, 1998)

Pode-se constatar, portanto, dois campos de tensão/negociação no contexto da atividade em análise: (1) aquele que se estabeleceu entre a visão dos sujeitos envolvidos na elaboração do conteúdo e na proposta do material educativo em formato digital e (2) aqueles no interior da equipe de TE, especialmente motivados por interdependências operacionais.

Em relação à equipe de TE, além do compartilhamento das concepções do projeto, a consecução de uma etapa de produção é dependente de outras. Neste sentido, o livro-diário (DT-LD1) parece ter sido uma ferramenta integradora e facilitadora do fluxo

das informações e da produção. Um total de 98 registros dos estudantes no período de 5 de maio de 1997 e 5 de agosto de 1997, indicando a fase mais intensa de produção do protótipo. Um exemplo do tipo de mensagem “operacional” é o seguinte:

- Fiz o que foi possível para o protótipo: capa, página das áreas de interesse, menu principal e página de Sistema Nervoso Central.... o arquivo final é c:\trabalho\neuro\new2.tbk) (aluno de informática, 14/05/2007, 22:30h, DT-LD1, pag. 2)

Assim, a partir desta indicação, o trabalho realizado podia ser avaliado e continuado. É fato que as habilidades e competências individuais são de extrema importância na formação dessas equipes, sobretudo pela noção de complementaridade que possibilitou uma integração real dos sujeitos envolvidos a partir de suas *expertises*. Mas embora a formação acadêmica individual possa fornecer competências e habilidades que, somadas, tendem a potencializar o trabalho multidisciplinar, muitas vezes a multiplicidade de perspectivas pode dificultar a tomada de decisões, criando desafios ao andamento das tarefas como um todo. Dentre as atividades realizadas, ainda na Fase de Planejamento, segundo o Relatório (DT-REL3), um conjunto de “Oficinas de Integração Multidisciplinar” (pag. 5), cujo objetivo foi incorporar a grande variedade de formações e experiências profissionais envolvidas, sob um objetivo comum.

Assim, a construção do CEMBI mostrou alguns limites e possibilidades de uma atividade social, permeada por “tensões/contradições”, que movimentaram a dinâmica de trabalho e certamente transformaram os sujeitos envolvidos no processo.

Conclusões

O objetivo deste trabalho foi revistar o processo de desenvolvimento de um material de educativo informatizado, em formato hipermídia, cuja finalidade é contribuir para mudanças qualitativas ao processo educativo em Neurociência. O foco do presente estudo foi compreender os princípios norteadores, os acordos e procedimentos estabelecidos e a organização do trabalho, assumidos por uma equipe multidisciplinar, composta por professores, alunos e técnicos especializados em diferentes áreas, reunidos pelo interesse comum no avanço do conhecimento no contexto de uma universidade.

Sendo esta uma atividade sócio-técnica, o aporte da Teoria da Atividade (ENGENSTRÖM, 1987) e o modelo proposto por Mwanza (2001) possibilitaram

desvendar a dinâmica deste processo. A TA ofereceu um conjunto de princípios básicos para um enquadramento conceitual por meio do qual foi possível compreender um projeto, enquanto atividade orientada-por-objetivo, social e culturalmente influenciada, singularizando ações e interações dos sujeitos entre si e entre artefatos. O modelo da TA de Engeström (1987) não pretende oferecer técnicas e procedimentos para pesquisa, sua proposta é de uma abordagem conceitual, que deve ser adaptada à natureza específica da situação em estudo, como se tentou realizar nesta pesquisa.

É nesta perspectiva que compreendemos a inserção deste trabalho no campo das Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências, assumindo a singularidade dos processos de planejamento e intervenção educacional, pautados pelo contexto e por suas condições de desenvolvimento, ao contrário dos modelos prescritivos regidos por procedimentos rígidos e lineares.

Assim é que, a partir da análise dos documentos gerados na atividade de interesse deste estudo, foi possível constatar a coerência entre os princípios e as teorias educacionais, assumidas pelos sujeitos do estudo, na criação de um modelo de material educacional de abordagem construtivista e de seus desdobramentos conceituais (VYGOTSKY, 1979). Mesmo constatando que estas premissas não tenham sido formuladas por todos os envolvidos, foi possível identificar as diferentes estratégias de integração e as normas e procedimentos estabelecidos para compartilhar esta abordagem e facilitar sua apropriação pelos sujeitos nas diferentes etapas do processo. Sendo uma proposta multidisciplinar, o andamento do projeto ficou constantemente atrelado a inter-relação das equipes envolvidas, e por conta disso a produção do CEMBI esteve sempre comprometida com o funcionamento da dinâmica negociada, mesmo sendo esta permeada por tensões/contradições e, por vezes, submetida a questionamentos e revisões. Segundo Roth (2004), são as contradições que alavancam mudanças no sistema, por conseguinte, a evolução da atividade.

Alguns elementos importantes também podem ser apreendidos a partir da divisão de trabalho estabelecida neste projeto. Por se tratar de um projeto de pesquisa envolvendo sujeitos de diversas áreas de conhecimento, foi possível analisar e situar a participação e as formas de colaboração e a influência entre sujeitos de *backgrounds* tão distintos trabalhando sob um mesmo objeto, bem como a forma como desempenharam seus papéis

a partir de suas *expertises* e interesses pessoais no projeto. Desta forma os sujeitos não apenas geraram sub-produtos, que foram compartilhados, mas também, neste processo, “se produziram e se reproduziram a si próprios” (DAVYDOV, 1999), como membros de uma comunidade. “Isto é, esta participação na atividade também produz e reproduz a estrutura da comunidade na qual o indivíduo é parte constitutiva” (ROTH, 2004, p.4).

Quanto ao conjunto de dados utilizados por esta pesquisa, ressaltamos primeiramente a dificuldade de se reunir e organizar todos os documentos disponíveis, visto que muitos deles se encontravam dispersos entre a documentação de outros projetos. Foi relevante a organização sistemática de todo o material visando destacar os principais elementos do projeto e nortear quais e como os dados poderiam ser trabalhados. Assim, a partir de toda documentação levantada, mais do que identificar elementos de um projeto, era preciso, por meio de um roteiro orientador (MWANZA, 2001), pôr estes elementos em articulação, evidenciando suas características e importância. Mesmo apresentando limitações para algumas questões, a documentação disponível revelou ser uma rica fonte de dados de pesquisa sobre um processo complexo.

A TA enfatiza as condições materiais concretas da atividade humana. Mas, enquanto outras abordagens não enfatizam as motivações das ações construtivas do projeto, a TA defende uma análise hierárquica da atividade humana, onde se evidenciam meios e fins, de modo não seqüencial e não linear, como se dá no fluxo de tempo normal do projeto. Tomando a atividade de desenvolvimento do CEMBI como unidade básica de análise, a TA ressaltou as necessidades humanas que conduziram a atividade, na consecução de seus objetivos. A TA se mostrou, em sua aplicação neste caso, ordenadora de seu levantamento histórico e, sem dúvida, promissora para análises deste gênero.

Referências Bibliográficas

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; E HANESIAN, H. *Educational Psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart, & Winston, 1978.

AV-RON, E.; BYRNE, J.H.; BAXTER, D.A. *Teaching Basic Principles of Neuroscience with Computer Simulations*. The Journal of Undergraduate Neuroscience Education, v. 4, n.2, p. A40-A52, 2006.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1977.

BRUNER, J. *The process of education*. Massachusetts: Harvard University Press, 1977.

CAMERON, W. E.; McNERNEY, C. D. Strategy for Engaging the Society for Neuroscience. *Science Education CBE*, v 5, p. 91-93, Summer 2006.

CAREGNATO, R. C. A; MUTTI, R. M. V. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. *Texto & Contexto: Enfermagem*, v. 15, p. 679-684, 2006.

CLELAND, C.L. Integrating recent advances in neuroscience into undergraduate neuroscience e physiology classes. *Physiological Education*, n 26, p. 271-277, 2002.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. *Research Methods in Education*. Londres: Routledge & Palmer, 2000.

DAVYDOV, V.V. The Content and Unsolved Problems of Activity Theory. In: Y. Engeström; R. Miettinen; R-L. Punamäki (Eds). *Perspectives on Activity Theory*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 39-52, 1999.

DERRY, S. J.; LAJOIE, S. P. A middle camp for (un)intelligent instructional computing: An introduction. In: S. P. Lajoie & S. J. Derry (Org.) *Computers as cognitive tools*, NJ: Lawrence Erlbaum, p. 1-11, 1993.

DUARTE, M.; REZENDE, F. *Construção Discursiva na Interação Colaborativa de Estudantes com um Sistema Hipermídia de Biomecânica*. REEC, v.7, n.2, p.399-419, 2008.

ENGESTRÖM, Y. *Learning by expanding: an activity-theoretical approach to development research*. Helsinki: University of Helsinki, 1987.

GIANNELLA, T. R. *A Teoria da Atividade como Abordagem Teórico-Metodológica para o Desenvolvimento e a Análise de um Curso Virtual para Docentes Universitários - A Internet no ensino superior: recursos e aplicações*, Tese de Mestrado em Educação em Ciências e Saúde – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

GIFFORD, Bernard R.; ENYEDY, Noel D. Activity centered design: towards a theoretical framework for CSCL. In: PROCEEDINGS OF THE 1999 CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORT FOR COLLABORATIVE LEARNING, p. 12-15, Palo Alto, 1999.

GRIFFIN, J. D. Technology in the Teaching of Neuroscience: Enhanced Student Learning. *Adv Physiol Educ*, n 27, p.146–155, 2003.

- HARDWICK, J. Preparing the next generation of neuroscience educators. *Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, v 3, n 3, p.E3, 2005.
- HMELO-SILVER, C. E. Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, n 16, p. 235-266, 2004.
- JACOBS, G. Hypermedia e discovery based learning: a historical perspective. *British Journal of Educational Technology*, v 23, n 2, p. 113-121, 1992.
- JONASSEN, D. Designing constructivist learning environments. In: C. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories e models: A new paradigm of instructional theory*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1999, p. 215-239.
- KUUTTI, K. Activity Theory as a potential framework for human-computer interaction research. In: NARDI, B. (Org) *Context e Consciousness: Activity Theory e Human Computer Interaction*. Cambridge: MIT Press, 1995, p. 17-44.
- LANDOW, G. P. Hypertext - *The Convergence of Contemporary Critical Theory e Technology*. Baltimore: The John Hopkins University Press, 1992.
- LENT, R. *Cem Bilhões de Neurônios: conceitos fundamentais de Neurociência*. São Paulo: Atheneu, 2002.
- LENT, R.; STRUCHINER, M. *Desenvolvimento e Análise da Utilização de um Sistema Hipermídia para o Ensino de Neurociência: Cem Bilhões de Neurônios*. Projeto de Pesquisa – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.
- LÉVY, P. *Cibercultura*. Rio de Janeiro: editora 34, 1999
- LEWIS, R. S. Neuro Now!: Should Neuroscience be a Department or a Program? *The Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, n 4, p. E11-E13, 2006.
- MACHADO, D.I. & NARDI, R. *Construção e validação de um sistema hipermídia para o ensino de Física Moderna*. REEC, v. 6, n. 1, p. 90-116, 2007.
- MERRILL, M.D. A pebble-in-the-pond model for instructional design. *Performance Improvement*, n 41, p. 39–44, 2002. Disponível em <http://www.ispi.org/pdf/Merrill.pdf>. Último acesso em: 18 nov. 2008.
- MWANZA, D.; ENGESTROM, Y. Managing content in e-learning environments. *British Journal of Educational Technology*, v 36, n 3, p. 453-463, 2005.
- MWANZA, D. Where Theory meets Practice: A Case for Activity Theory based Methodology to guide Computer System Design. In: Proceedings of INTERACT' 2001: EIGHTH IFIP TC 13 CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION, Tóquio, 2001.
- PIAGET, J.. *A Psicologia da Inteligência*. Lisboa: Livros Horizonte, 1978.
- ROTH, W. Activity Theory and Education: An Introduction. *Mind, Culture, and Activity*. v 11, n1, p.1-8, 2004.
- SHNEIDERMAN, B. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human – Computer Interaction*. Boston: Addison-Wesley, 1992.

SILVEIRA, L. C. L. Neurociências no Brasil – uma revolução tecnológica ao nosso alcance. *Neurociências*, v 1, p. 42-47, 2004.

SPIRO, R.; COULSON, R.; FELTOVICH, P.; ANDERSON, D. Cognitive Flexibility Theory: advanced knowledge acquisition In: ill-structured domains. In: Patel, V. (ed.) TENTH ANNUAL CONFERENCE OF THE COGNITIVE SCIENCE SOCIETY, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1988.

STRUCHINER, M.; GIANNELLA, T. R.; FARIA, V. C.; LENT, R. Pesquisa e desenvolvimento de um banco virtual de objetos de aprendizagem em neurociência. In: ATAS DO IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Bauru : ABRAPEC, 2005. v. 5. p. 1-10.

VYGOTSKY, L. S. *A Formação Social da Mente: O Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores*. São Paulo: Livraria Martins Fontes, 1979.

WIERTELAK, E. Introductory Neuroscience – Courses. *Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, v 1.2, p. E2-E3, 2003.

João Cardoso de Castro Graduado em Filosofia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2005), Mestrando em Educação em Ciências e Saúde. É professor de Filosofia do Ensino Médio do Colégio Único.

Miriam Struchiner Graduada em Desenho Industrial pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1977), Mestre em Educação - Boston University (1986) e Doutora em Educação - Boston University (1992). É professora adjunta do Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NUTES/UFRJ), onde coordena o Laboratório de Tecnologias Cognitivas. Atua na área de Tecnologia Educacional, com ênfase na pesquisa e desenvolvimento de Ambientes de Aprendizagem baseados em Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) na Educação na área das Ciências Biomédicas, atuando principalmente nos seguintes temas: educação a distância, Internet e Educação, aprendizagem colaborativa, construtivismo social, ensino de ciências biomédicas e saúde. É bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq (1D).