



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE TEORIAS DO ENSINO E PRÁTICAS
EDUCACIONAIS

JÉSSICA AFLÁVIO DOS SANTOS

**CONSTRUÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS DE
EMBRIOLOGIA POR ALUNOS DE ENSINO MÉDIO:
UMA PERSPECTIVA BASEADA NA INTERAÇÃO**

VITÓRIA

2014

JÉSSICA AFLÁVIO DOS SANTOS

**CONSTRUÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS DE
EMBRIOLOGIA POR ALUNOS DE ENSINO MÉDIO:
UMA PERSPECTIVA BASEADA NA INTERAÇÃO**

Monografia apresentada ao Departamento de Teorias do Ensino e Práticas Educacionais do Centro de Educação da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), como requisito para obtenção do Grau de Licenciada em Ciências Biológicas

Orientadora: Profa. Patrícia Silveira da Silva Trazzi

VITÓRIA

2014

JÉSSICA AFLÁVIO DOS SANTOS

**CONSTRUÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS DE
EMBRIOLOGIA POR ALUNOS DE ENSINO MÉDIO:
UMA PERSPECTIVA BASEADA NA INTERAÇÃO**

Monografia apresentada ao Departamento de Teorias do Ensino e Práticas Educacionais do Centro de Educação da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), como requisito para obtenção do Grau de Licenciada em Ciências Biológicas

Vitória, 20 de novembro de 2014

Comissão Examinadora

Profa. Patrícia Silveira da Silva Trazzi
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Orientadora

Profa. Junia Freguglia Machado Garcia
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Prof. Michel Adriano Rabbi
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

AGRADECIMENTOS

- À Universidade Federal do Espírito Santo, por permitir e possibilitar que eu desenvolvesse esse projeto;
- À escola em que realizei a disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino II e à professora que acompanhei, por terem me possibilitado desenvolver um projeto de pesquisa;
- À minha orientadora, Profa. Patrícia Silveira da Silva Trazzi, por todo apoio, paciência e críticas construtivas que me permitiram finalizar esse trabalho dando o meu melhor.
- À Profa. Junia Freguglia Machado Garcia e ao Michel Adriano Rabbi por se disponibilizarem a fazer parte da banca examinadora desta monografia;
- A meus pais (Shirlei e Marco), meu irmão (Igor) e toda a minha família por terem sempre acreditado em mim e me dado força para seguir minha carreira acadêmica;
- Ao meu amor, Márcio, pela ajuda e incentivo; à Jussara, Joaquim e Renata, por todo o carinho e apoio;

CONSTRUÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS DE EMBRIOLOGIA POR ALUNOS DE ENSINO MÉDIO: UMA PERSPECTIVA BASEADA NA INTERAÇÃO

CONSTRUCTION OF DIDATIC MODELS OF EMBRYONIC DEVELOPMENT BY SECONDARY SCHOOL STUDENTS: A INTERACTION BASED PERSPECTIVE

RESUMO: A utilização de modelos representacionais tem se mostrado uma alternativa promissora, de acordo com pesquisadores da área, quanto ao ensino de alguns conteúdos de Biologia no Ensino Médio. Essa abordagem tem bastante relevância principalmente quando aplicada a conteúdos considerados abstratos, como é o caso da embriologia, pois possibilita interação mais direta dos alunos com o (s) objeto (s) de estudo. Neste trabalho é relatada uma experiência de intervenção na qual foi proposta a utilização de modelos didáticos para o ensino de embriologia em uma turma de 3ª série do Ensino Médio, de uma escola estadual do município de Vitória, Espírito Santo. Foi utilizada a metodologia Planejamento, Processo e Produto (PPP) e a coleta de dados se deu a partir da técnica de observação, registro em diário de campo e registros fotográficos. Após a intervenção foi possível observar intensa participação, interesse e interação por parte dos alunos, o que demonstra o potencial dessa estratégia didática.

Palavras-chave: Modelos representacionais. Embriologia. Ensino Médio.

ABSTRACT: The use of representational models has proven to be a promising alternative, according to researchers in the field, regarding the content of high school biology, to promote education and make it more attractive to students. This approach is quite important, especially in abstract content such as embryology content because this methodology enables more direct student interaction with the study (ies) object (s). In the present work we report an experience in which representational models were applied to teach embryology in a class of High School 3rd grade, in a state school of Vitoria, Espirito Santo. The methodology used was the Planning, Process and Product (PPP). After the intervention was possible to observe an intense participation, interest and student interaction, which demonstrates the potential of this methodology.

Keywords: Representational Models. Embryology. High school.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, há uma distância significativa entre o que deveria ser e o que é o ensino de Biologia de forma que é possível perceber um descompasso entre aquilo que preconizam os principais documentos de referência sobre a ciência numa perspectiva inclusiva e o que realmente acontece (JUSTINA & FERLA, 2006; TRAZZI, 2014). A ciência que é ensinada nas escolas sustenta uma imagem idealizada e distante da realidade do trabalho dos cientistas, omitindo antagonismos, conflitos e lutas que são travadas por grupos responsáveis pelo progresso científico (TEIXEIRA, 2003). Na maioria das vezes, o ensino dessa disciplina é baseado na racionalidade técnica (modelo tradicional de ensino), o que, de acordo com Vinholi Junior & Princival (2014), acaba dificultando a interação entre professores e estudantes e entre os próprios estudantes. Isso pode dificultar a construção de conhecimentos por parte dos alunos (VINHOLI JUNIOR & PRINCIVAL, 2014).

“A prática corrente e tradicional no ensino de ciências consiste em apresentar um conjunto de definições, seguidas de alguns exemplos e uma profusão de exercícios, com poucas variações entre eles, para fixação dos conteúdos apresentados” (LIMA et al., 2011, p. 857). Cada lição baseia-se na anterior, introduzindo novas ideias, de forma que as “grandes ideias” se perdem na massa de detalhes (MILLAR, 2003). Para muitos estudantes é simplesmente uma ideia após a outra, havendo pouco tempo para consolidação das mesmas, sem que haja um ritmo de aprendizado (MILLAR, 2003).

Segundo Roth; Barton (2004) apud TRAZZI (2014) os documentos de referência sobre a ciência, de forma geral, assumem uma visão universal de ciência, passando uma visão de que se todos os estudantes aprenderem ciência, todos serão iguais, o que não é verdade. Uma educação científica baseada em padrões que determinam o que os seres humanos devem saber ou são capazes de saber e fazer nos indica que há um discurso monológico (contexto da ciência) e que todas as pessoas são exatamente iguais, desconsiderando a diversidade e pluralidade de contextos e culturas (TRAZZI, 2014).

Devido a essa distância que existe entre a disciplina de biologia e a vida dos adolescentes, a maioria dos estudantes acaba não vendo sentido em estudar o conteúdo e, muitas vezes, sentem dificuldade e acabam perdendo o entusiasmo (UNESCO, 2005). É notável o sentimento da maioria dos adolescentes de que o estudo lhes dá pouco ou nenhum retorno, supõem que o que aprendem na escola não será utilizado mais tarde (NARDI & TASCHETTO, 2008), isso pode acabar gerando exclusão de muitos

estudantes do mundo da ciência (ROTH, 2009 apud TRAZZI, 2014). Desta forma, é fácil perceber em grande parte dos alunos de Ensino Médio o problema grave do desinteresse (NARDI & TASCETTO, 2008).

De acordo com alguns estudos anteriores, os professores não são formados para lidar com metodologias que diferem do modelo tradicional de ensino, gerando uma certa insegurança nesses docentes (FERREIRA e ALMEIDA, 2013; MENDONÇA e SANTOS, 2011; SETÚVAL e BEJARANO, 2009). A insatisfação presente em grande parte dos professores também pode refletir na condução das aulas. Este estado de mal estar pode estar relacionado, entre outros fatores, à falta de tempo para planejamento e organização do trabalho, que pode dificultar a elaboração de abordagens diferenciadas por parte dos docentes (GUERRA, 2007). Além disso, há uma carência por materiais didáticos diferenciados que despertem o interesse pela matéria e que facilitem a compreensão dos conteúdos de ciências (SOUZA & FARIA, 2011). Dessa forma, o aluno não participa de forma ativa durante o processo de aprendizagem, sendo, muitas vezes, um mero observador deste processo (TEIXEIRA, 2003).

De acordo com Roth (2009) apud Trazzi (2014), é importante lembrar que as necessidades dos alunos são muito diferentes e nem todos querem seguir carreiras científicas. Buscar despertar nos alunos o desejo de adquirirem, por meio do estudo, melhores condições de vida, é fundamental, pois, de acordo com Nardi & Taschetto (2008) aprender envolve muitas vezes o querer, o gosto e a necessidade pelas informações. Para isso, é importante o trabalho em grupo e participativo dentro e fora da sala de aula, junto com o papel de verdadeiro guia reservado para o professor na direção do processo de ensino e aprendizagem (MOREIRA et al., 1998).

Uma alternativa para tentar contornar o problema do desinteresse nos alunos pode ser a aplicação de metodologias e tecnologias diversas nas aulas de biologia (NARDI & TASCETTO, 2008), como é o caso da utilização de modelos representacionais. Um Modelo Representacional, de acordo com Paz et al. (2006), é a representação física tridimensional de algo. Apesar de existirem outras classificações para esse tipo de modelos na literatura, modelos representacionais são mais específicos para representações físicas, consideradas nesse trabalho.

De acordo com Paz et al. (2006), os modelos são classificados em três tipologias:

- **Modelo representacional:** conhecido como maquete, sendo que é uma representação física tridimensional (ex. terrário, aquário, estufa, etc.);

- **Modelo imaginário:** um conjunto de pressupostos apresentados para descrever como um objeto ou sistema seria (ex. DNA, ligações químicas, etc.);
- **Modelo teórico:** um conjunto de pressupostos explicitados de um objeto ou sistema (ex. sistema solar, ciclo da chuva, ciclo do carbono, etc.).

Gilbert e Boulter (1998) apud Mendonça e Santos (2011), por sua vez, classificam os modelos da seguinte forma:

- **Modelo Mental:** a representação pessoal e privada de um alvo;
- **Modelo Expresso:** uma versão do modelo mental que se expressa através da ação do indivíduo seja pela fala ou escrita;
- **Modelo Consensual:** um modelo expresso subentendido a grupos sociais, por exemplo, pertence à comunidade científica e sobre o qual se concorda que apresente algum mérito;
- **Modelo Pedagógico:** um modelo especialmente construído e usado para auxiliar na compreensão de um modelo consensual.

Tomasi (1999) possui outra tipologia de modelos, dividindo-os em materiais e abstratos. Ambos os tipos de modelos podem ser subdivididos da seguinte forma:

- **Modelos icônicos:** baseados na similaridade morfológica com suas referências.
- **Modelos analógicos:** preservam alguns aspectos da forma de referência, mas dá ênfase ao aspecto funcional (ou comportamental) da mesma.
- **Modelos simbólicos:** fia-se apenas na analogia funcional, deixando de lado a analogia morfológica. Este é o reino dos modelos matemáticos.

De acordo com Duso et al. (2013), nos últimos anos, a modelização vem sendo apontada como uma alternativa educacional promissora para o ensino de ciências, pois, a partir dela, pretende-se ampliar a reflexão, o debate e a participação ativa dos estudantes no processo de sua aprendizagem. De fato, Roth e Barton (2004) apud Trazzi (2014) observaram que quando cada estudante está em posição de contribuir, junto com os outros, em um caminho no qual sustente seus próprios esforços, sua falta de habilidade em ciências deixa de ser relevante. Por isso devemos focar na habilitação coletiva ao invés de produtividade individual e problematizar as condições de produção dessa inabilidade ou desse desinteresse ao invés de colocar a culpa apenas no aluno.

Entretanto, é importante lembrar que a ênfase no método não é tudo. É preciso que o professor saiba operar com estes métodos para que o ensino seja eficaz, ou seja, a mediação do professor é fundamental. A construção dos modelos é apenas uma das etapas para uma proposta mais ampla sobre o trabalho, para que este vise à elaboração de sequências didáticas e características ensináveis, que se espera de seus aprendizes (alunos) a desenvolverem (MENDONÇA e SANTOS, 2011). Desta forma, uma formação adequada do professor para o trabalho com modelos didáticos é de fundamental importância para uma satisfatória abordagem e construção de conceitos (VINHOLI JUNIOR & PRINCIVAL, 2014).

Neste trabalho, o conteúdo estudado foi o de Embriologia ou Biologia do Desenvolvimento, que compreende o estudo dos processos embrionários, que ocorrem entre a fertilização e o nascimento, com o organismo em desenvolvimento conhecido como embrião (GILBERT, 2003). Neste conteúdo, as dificuldades e falta de interesse podem ser intensificados pelo fato de se tratar de um processo microscópico, com uma nomenclatura específica e com muitos detalhes que são apresentados a cada etapa, podendo tornar o estudo de determinados conteúdos um processo árduo, desestimulante, pouco prazeroso e, muitas vezes, nada efetivo (MADUREIRA, 2012; OLIVEIRA et al., 2012). Isto dificulta a visualização espacial das estruturas embrionárias e dos processos dinâmicos que ocorrem ao longo do desenvolvimento (OLIVEIRA et al., 2012). Entretanto, o estudo dos estágios pré-natais do desenvolvimento, especialmente os que ocorrem durante o período embrionário, é importante pois, entre outras coisas, ajuda-nos a compreender as anomalias congênitas e suas relações com as estruturas anatômicas presentes no adulto (MADUREIRA, 2012).

No caso das aulas de embriologia, a dinâmica da evolução estrutural é geralmente feita por meio de uma limitada sequência de imagens estáticas (SCHLEICH et al., 2009) e a dificuldade de captar a dimensão espacial das modificações temporais e de desenvolvimento torna a aprendizagem pouco ou nada compreensível (OLIVEIRA et al., 2012). Há uma predominância de recursos didáticos não interativos sobre o tema, pautando-se basicamente em livros-texto, que muitas vezes introduzem os processos do desenvolvimento de modo superficial e esquemático, não suficientemente de acordo com a realidade (OLIVEIRA et al., 2012). Em contraste, Drive et al. (1999) defende que a aprendizagem em sala de aula requer atividades práticas bem elaboradas que

desafiem as concepções prévias¹ do aprendiz, encorajando-o a reorganizar suas teorias pessoais. Com isso, é necessário explorar cada vez mais a potencialidade desses métodos demonstrando seus resultados, pois “modelos biológicos como estruturas tridimensionais ou semi-planas (alto relevo) e coloridas são utilizadas como facilitadoras do aprendizado, complementando o conteúdo escrito e as figuras planas e, muitas vezes, descoloridas dos livros-texto” (ORLANDO et al., 2009, p. A2). De acordo com Araujo et al. (2013), um dos elementos básicos da imagem que comunicam a sensação de tridimensionalidade é a diferença de tonalidade, que resulta na construção de vários planos dentro de um plano único. Este autor também afirma que a decodificação da estrutura real é de extrema importância para a geração de imagens imaginárias mais próximas ao objeto biológico real.

Por outro lado, se o ensino de embriologia é abstrato, ele pode se tornar um conteúdo balizador para o ensino de biologia, como demonstrado na Figura 1, na medida que pode proporcionar “ganchos” para outros assuntos não somente biológicos, mas também sociais, como a gravidez da adolescência, aborto, doenças genéticas, mal formações congênitas, divisão e diferenciação celular, reprodução, histologia, entre outros. Para isso, é necessário realizar uma abordagem integrada e mais ampla deste conteúdo.

¹As concepções prévias dos jovens compreendem vários esquemas de conhecimento utilizados para interpretar os fenômenos com que se deparam no seu dia-a-dia, que são fortemente apoiados pela experiência pessoal e pela socialização em uma visão de senso comum. Dentro de domínios específicos das ciências existem maneiras informais de modelar e interpretar os fenômenos que são encontrados entre crianças de diferentes países, línguas e sistemas educacionais.

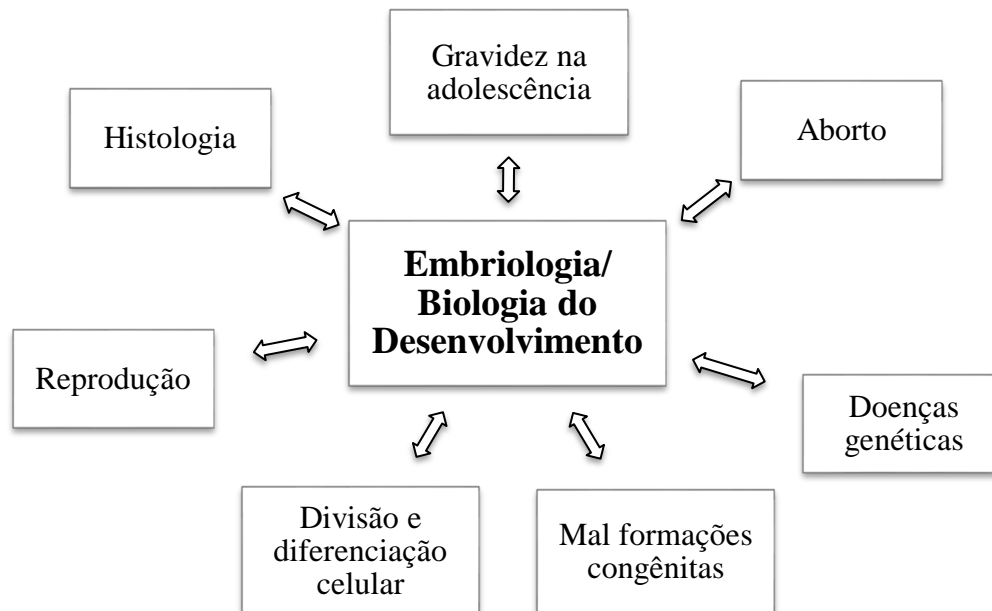


Figura 1 – Proposta do ensino de Embriologia como um tema estruturante para o ensino de Biologia.

O uso de construção de modelos pode tornar a realidade do ensino de Embriologia mais dinâmico e poderá resolver ou minimizar a falta de recursos de muitas instituições na aquisição de material didático (FREITAS et al., 2008).

A utilização de metodologias como modelos representacionais auxilia no rompimento com o paradigma tradicional e o surgimento do construtivismo, visto que possibilita uma interação entre o aluno e o objeto de estudo (NASCIMENTO JÚNIOR e SOUZA, 2009). No modelo construtivista de ensino, um dos papéis do professor, como autoridade, é o de introduzir novas ideias ou ferramentas culturais onde for necessário e fornecer apoio e orientação aos estudantes a fim de que eles próprios possam dar sentido a essas ideias (DRIVER et al., 1999). De acordo com Ogborn (1997, apud AGUIAR Jr., 1998), o construtivismo educacional insistiu corretamente em quatro pontos essenciais:

1. A importância do envolvimento ativo do estudante;
2. O respeito pelo estudante e por suas próprias ideias;
3. O entendimento da ciência enquanto criação humana;
4. A orientação para o ensino no sentido de capitalizar o que os estudantes já sabem e dirigir-se às suas dificuldades em compreender os conceitos científicos em função de sua visão de mundo.

Seguindo esta lógica, de acordo com Moreira et al. (1998), dentre alguns aspectos bastante pertinentes à educação, pode-se citar a:

1. Interatividade: é um aspecto indispensável, viabilizada por diversos recursos, e que possibilita virtualmente a procedência das comunicações, envolve um relacionamento entre pessoas de experiências diversas, entre ferramentas e atividades múltiplas previamente orientadas e organizadas. Ela depende da relação entre grupos, desejos, etc.
2. Cooperação: está muito presente nas trocas de informações e parcerias mútuas, é uma relação compartilhada presente entre os participantes do programa no desenvolvimento da aprendizagem e na realização de projetos de interesse comum. Esta relação se caracteriza pela desigualdade do conhecimento entre os participantes, pelo sistema de combinações e compromissos estabelecidos na solução de problemas significativos.
3. Autonomia: representa a capacidade que o aluno possui na tomada de decisões, escolher, apropriar-se e reconstruir o conhecimento produzido culturalmente em função de suas necessidades e interesses. Caracteriza-se pela responsabilização, autodeterminação, decisão, auto avaliação e compromissos a partir da reflexão de suas próprias experiências e vivências.

O envolvimento dos alunos na construção de seu conhecimento, defendido pela abordagem construtivista, pode ser obtido a partir da utilização de materiais como os modelos representacionais, pois oferecem aulas mais atraentes aos estudantes (FERREIRA et al, 2013). Justi (2006) chama a atenção para a capacidade que a construção dos modelos tem de fazer os alunos fazerem ciência, pensarem sobre ciência e de desenvolver o pensamento científico e crítico. De acordo com Millar (2003), uma metodologia apresentada de modo mais imaginativo, capaz de captar e prender o interesse de mais estudantes tem mais chances de ser bem sucedida do que um currículo cuja estrutura é frequentemente pouco clara para professores e menos claros ainda para os alunos.

É importante salientar, de acordo com Chassot (2004), que os modelos são “instrumentos” para facilitar nossa interação com a realidade. É por meio de modelos, nas mais diferentes situações, que podemos fazer inferências e previsões de propriedades (CHASSOT, 2004). Modelos científicos são meios de conectar teorias a observações empíricas (KRETZENBACHER, 2003).

Os modelos devem ser considerados ideais, sendo uma aproximação dos modelos reais (MIRANDA et al, 2006). Por mais que o modelo seja uma simplificação do real, não significa que o mesmo esteja errado (CHASSOT, 2004). O modelo é, apenas, menos sofisticado, porém, em determinadas circunstâncias, pode ser o mais adequado para tratar certos conhecimentos (CHASSOT, 2004). A simplificação de um modelo traz facilidades e adequações que, muitas vezes, um modelo mais elaborado não apresenta (CHASSOT, 2004). Segundo Chassot (2004), a necessidade de usar modelos é consequência de duas limitações:

1. Os modelos se destinam a descrições de situações com as quais dificilmente interagimos diretamente, e das quais conhecemos apenas os efeitos;
2. Os modelos são simplificações de situações muito diversificadas, para as quais haveria necessidade de milhares de descrições diferentes.

Apesar do seu potencial, o uso de modelos podem apresentar várias limitações, como fazer os estudantes entenderem que os modelos são simplificações do objeto real ou fases de um processo dinâmico (JUSTINA & FERLA, 2006). Para diminuir essas limitações e para fins de construção do conhecimento escolar, o que é importante não é a simples apresentação do modelo consensual ao estudante, mas o processo de construção de modelos, ou seja, a vivência do processo de modelização para se apropriar de um modelo já construído (DUSO, 2012).

Vários trabalhos que avaliam a utilização de modelos representacionais já foram realizados tanto no ensino fundamental, como no ensino médio e superior, como listado na Tabela 1. Além de trabalhos que buscam aumentar o interesse e aprendizado dos alunos, também há trabalhos que tiveram como objetivo apenas construção dos modelos, de forma a auxiliar algum professor que queira utilizá-lo em sala. Em adição, outros trabalhos visaram trabalhar a construção/utilização de modelos com licenciandos em biologia, de forma que estes alunos possam usá-los quando se tornarem professores.

Dentre as pesquisas que aplicaram modelos representacionais em sala de aula (DUSO, 2012; DUSO et al., 2013; FERREIRA et al., 2013; KRAUSE, 2012; MADUREIRA, 2012; MATOS et al., 2009; MENDONÇA & SANTOS, 2011; OLIVEIRA et al., 2012; OLMO et al.; 2014; ORLANDO et al., 2009; REIS et al., 2013; SOUZA & FARIA, 2011; TEMP, 2011; VINHOLI JÚNIOR & PRINCIVAL, 2014), os resultados obtidos, de forma geral, foram: um envolvimento dos alunos do início ao fim da atividade; maior facilidade na reflexão do conteúdo; a promoção de um aprendizado significativo em relação a conceitos que os alunos possuíam muita

dificuldade em assimilar; curiosidade, entusiasmo, interesse, interação e maior facilidade no desenvolvimento de competências e habilidades por parte dos alunos; desenvolvimento da criatividade e do espírito de equipe entre os alunos.

Tabela 1 - Levantamento bibliográfico sobre trabalhos realizados nos últimos 7 anos que abordam a construção/utilização de modelos didáticos representacionais.

Autor	Nível de ensino	Modelo didático utilizado	Periódico
Mendonça & Santos (2011)	EF	Sistema reprodutor feminino	V Colóquio Internacional
Souza & Faria (2011)	EF	Embriologia	Enciclopédia Biosfera
Duso (2012)	EM	Corpo humano	XVI ENDIPE
Duso et al. (2013)	EM	Corpo humano	Revista Ensaio
Krause (2012)	EM - EJA	Sistema digestório	Dissertação – Universidade de Brasília
Olmo et al. (2014)	EM	Pareamento cromossômico na meiose	Enciclopédia Biosfera
Orlando et al. (2009)	EM	Biologia celular e molecular	Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular
Reis et al. (2013)	EM	Divisão celular	IX ENPEC
Temp (2011)	EM	Genética	Dissertação – Universidade Federal de Santa Maria
Vinholi Júnior & Princival (2014)	EM	Tipos celulares/virais e representações de seres vivos	Holos
Araujo et al. (2013)	ES	Citologia	IX ENPEC
Ferreira et al. (2013)	ES	Desmossomos	Revista Brasileira de Biociências
Ferreira & Almeida (2013)	ES	Tema livre	IX ENPEC
Madureira (2012)	ES	Embriologia	Dissertação - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Matos et al. (2009)	ES	Pernas e antenas de insetos	Revista de Biologia e Ciências da Terra
Montenegro et al. (2013)	ES	Peixes e anfíbios	IX ENPEC
Nascimento et al. (2012)	ES	Tênia	III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente
Nascimento Júnior e Souza (2009)	ES	Citologia	VII ENPEC
Oliveira et al. (2012)	ES	Embriologia	Revista Brasileira de Educação Médica
Setúval & Bejarano (2009)	ES	Genética	VII ENPEC
Chaves et al. (2011)	-	Plantas extintas	VIII ENPEC
Freitas et al. (2008)	-	Embriologia	Bioscience Journal
Azevedo (2007)	-	Embriologia	XVII Semana da Biologia

EF = Ensino Fundamental; EM = Ensino Médio; ES = Ensino Superior

FREITAS et al. (2008) e Azevedo (2007) demonstraram que é possível a confecção de modelos embriológicos tridimensionais de baixo custo, com boa qualidade e resistência a choques; e enquadrado dentro da necessidade de conscientização ecológica e da aprendizagem dinâmica.

Os trabalhos de Ferreira & Almeida (2013) e Miranda et al. (2006), demonstraram que alunos de licenciatura apresentaram dificuldades tanto na construção dos modelos como na forma de utilizá-los em sala de aula. A partir disso, foi possível concluir que os licenciandos não são preparados durante a graduação para lidar com tais metodologias diversificadas em sala de aula. De acordo com Miranda et al. (2006), isto pode ser justificado pelo fato da Educação habitual em Ciências seguir, na maioria das vezes, o paradigma de transmissão verbal de conteúdos. De fato, de acordo com Justina & Ferla (2006), dentre as necessidades formativas, apontadas por professores de biologia, em formação inicial e contínua, está a proposição de recursos didáticos visando facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

Setúval & Bejarano (2009), por sua vez, demonstraram em sua pesquisa a importância de se trabalhar propostas de produção didático-pedagógico durante a formação inicial dos professores. Para facilitar o trabalho dos professores em sala de aula com modelos e analogias, foram sugeridos a utilização de artigos científicos (FERREIRA et al., 2007) e a introdução dos professores em formação inicial na atividade de construir modelos (MIRANDA et al., 2006).

Apesar da grande quantidade de pesquisas realizadas sobre o uso de modelos, esse tipo de metodologia, assim como outras que, da mesma forma, diferem do modelo tradicional de aulas expositivas por quadros e livros didáticos, é pouco aplicada pelos professores nas aulas de biologia. A pouca utilização dessa metodologia pode estar relacionada, em parte, com a situação atual da formação dos professores, o que, de acordo com Mendonça & Santos (2011), causa insegurança em aplicá-la em sala de aula.

A partir da análise das questões que envolvem o contexto que produz desinteresse nos alunos e a utilização de metodologias alternativas e, visando auxiliar o trabalho dos professores no processo de ensino-aprendizagem, este trabalho relata uma experiência de intervenção realizada por uma professora de biologia utilizando modelos didáticos representacionais durante uma aula de embriologia em uma turma de 3ª série do Ensino Médio, de uma escola estadual de Vitória, Espírito Santo. A partir deste estudo, busca-se responder as seguintes questões: a utilização de modelos

representacionais pode gerar interesse e participação em alunos de uma turma de 3ª série de Ensino Médio no conteúdo de embriologia? Por que e como isso ocorre?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Fazer um relato sobre uma experiência de intervenção em uma sala de aula de Biologia na qual foi proposto a utilização de modelos didáticos para o ensino de embriologia em uma turma de 3ª série do Ensino Médio, em uma escola estadual de Vitória, Espírito Santo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar pistas acerca do envolvimento e interesse dos alunos durante o processo de criação dos modelos das etapas iniciais do desenvolvimento embrionário.
- Propor modelos representacionais que podem ser trabalhados no conteúdo de embriologia.
- Analisar a qualidade do material trabalhado para a criação de modelos.

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa e descritiva, apoiada em observações e registros fotográficos.

A estratégia de pesquisa utilizada no atual projeto foi a de planejamento, processo e produto (PPP). Essa metodologia é um modelo simples e objetivo, cuja base é avaliar continuamente cada etapa para que se possam obter indicadores de eficácia ou ineficácia das atividades e das estratégias adotadas (PADUA et al., 2009).

A utilização da prática de planejamento, processo e produto (PPP) para se desenvolver o projeto justifica-se por esta ser uma prática na qual, além da observação e reflexão, também há uma ação. Além disso, há uma participação de todos os sujeitos envolvidos no processo (pesquisadores e pesquisados). Esse tipo de pesquisa possui uma diversidade de possíveis objetivos (diagnóstica, busca de soluções, planejamento, prognóstica, avaliação, etc.), no campo da investigação, com regras que, evidentemente, precisam ser flexibilizadas ou adaptadas (THIOLLENT, 1997).

Ao se avaliar cada etapa de um programa de PPP, pode-se manter o que dá certo, modificar as estratégias que não respondem às expectativas, ou abandoná-las completamente se não estiverem compatíveis com os objetivos propostos. Em

consequência, economizam-se recursos, tempo e energia, maximizando os esforços e a eficácia geral do projeto. O processo de avaliar e reavaliar permite aprimorar cada vez mais a implementação de um projeto dentro de um rumo traçado, além de apontar novos caminhos que podem ser incorporados aos mesmos (PADUA et al., 2009). Essa estratégia auxilia o desenvolvimento de professores e pesquisadores, de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos (TRIPP, 2005).

Neste tipo de estratégia os autores deixam de ser simplesmente objeto de observação, de explicação ou de interpretação e passam a ser sujeitos e parte integrante da pesquisa (THIOLLENT, 1997). Os educadores tornam-se facilitadores, aumentando a autoestima dos alunos e facilitando o compartilhar de experiências e lições aprendidas (PADUA et al., 2009).

O PPP inclui, de forma geral, 3 etapas: *planejamento*, *processo* ou implementação e *produto* ou resultado. Nele pensa-se no todo, mas organiza-se por partes (PADUA et al., 2009).

A fase de *Planejamento* é quando o educador/pesquisador aproxima-se da realidade a ser trabalhada, procurando conhecê-la mais profundamente. Envolve uma gama de aspectos tais como: identificação dos problemas e do público a ser trabalhado, e clarificação de objetivos (PADUA et al., 2009).

O planejamento sempre começa a partir de algum tipo de problema e, geralmente, a sua problematização, começando muitas vezes com um exame sobre a quem cabe o problema e por que ocorre (TRIPP, 2005). O entendimento desses pontos é essencial para projetar mudanças que melhorem a situação (THIOLLENT, 1997).

A segunda fase, o *Processo*, consiste em criar as estratégias e as atividades do programa e implementá-las (PADUA et al., 2009). O tipo de processo que se utiliza e como é utilizado depende dos objetivos e circunstâncias (THIOLLENT, 1997). Não é possível especificar com antecedência qual conhecimento será obtido nem quais resultados práticos serão alcançados. Isso porque os resultados de cada ciclo determinarão o que acontecerá a seguir e não há como dizer de saída aonde o processo levará. Além disso, não se pode especificar os tópicos sobre os quais se trabalhará, pois esses surgirão da análise da situação e serão selecionados pelos participantes (TRIPP, 2005).

Na fase de Produto, é possível verificar se os objetivos foram alcançados ou não a partir da análise e interpretação dos dados resultantes da fase de Processo (PADUA et

al., 2009). “Todo resultado é importante, pois se aprende tanto com as experiências bem sucedidas quanto com as que não surtiram os efeitos esperados” (PADUA et al., 2009, p.551). No presente trabalho foi realizada uma reflexão a partir da utilização de modelos no ensino de embriologia. Os dados observacionais e fotográficos foram analisados por meio de descrição e correlação com a teoria.

É importante salientar que a diretriz ética geral deve ser incorporada desde o início, e que nenhum pesquisador ou outro participante jamais empreenda uma atividade que prejudique outro participante sem que este tenha conhecimento e dê seu consentimento (TRIPP, 2005).

3.1 CONTEXTO DE PRODUÇÃO DOS DADOS E SUJEITOS DA PESQUISA

Os sujeitos da pesquisa foram alunos de uma turma de 3ª série do ensino médio, em uma escola estadual do município de Vitória, no 2º trimestre do ano de 2014.

A escola em que foi feito o estudo é uma escola estadual de ensino técnico, localizada em Bairro República em Vitória, Espírito Santo, considerado um bairro de classe média e alta. Contém os cursos de Administração, Mecânica e Eletrotécnica, mas que também contém algumas turmas de ensino médio básico. A escola possui muitas salas de aula, dispostas em 2 andares, devido à grande quantidade de turmas. Cada turma possui, em média, 35 alunos. Como a escola é técnica, o Ensino Médio é de 4 anos, sendo que a 4ª série do Ensino Médio não há biologia e a 2ª série só tem uma aula por semana.

A estrutura da escola, no geral, é muito boa. Possui uma quadra poliesportiva, um pátio, cantina onde são servidos os lanches dos alunos, laboratórios de solda de mecânica, laboratório de informática, biblioteca e auditório. Entretanto, necessita de algumas manutenções devido à presença de rachaduras nas paredes, muitos computadores que não funcionam na sala de informática, portas muitas vezes sem fechadura e necessidade de pintura nos muros externos da escola.

As aulas foram conduzidas pela professora de biologia da escola de estudo, auxiliada por mim que na época era estagiária que cumpria a disciplina Estágio Supervisionado em Ensino II do curso de Ciências Biológicas. Esta professora que acompanhei é formada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo, mestre na área de Biologia Vegetal. Ela já possui experiência na profissão e, em minha opinião, é uma ótima professora, buscando fazer com que os alunos se interessem

e participem bastante de suas aulas, apesar de isso nem sempre ser possível. Geralmente, ela utiliza muitos desenhos esquemáticos nas aulas e vai construindo esses desenhos junto com os alunos para que eles a acompanhem mais facilmente. Também procura integrar ao máximo o cotidiano dos alunos com o tema abordado. Ela disponibiliza muitas aulas para os alunos fazerem exercícios e tirarem dúvidas. Mesmo assim, muitos alunos não demonstram muito interesse em realizar as atividades e participar das aulas, o que levou à professora a tentar trabalhar uma metodologia diferente.

O problema identificado no presente trabalho foi o desinteresse e desânimo dos alunos na aprendizagem de conteúdos de biologia. A pouca utilização, por parte dos professores, de metodologias didáticas alternativas, como a utilização de modelos representacionais, acaba contribuindo para esse desinteresse e, por sua vez, dificultando a compreensão dos conteúdos, principalmente aqueles considerados abstratos, como a embriologia. De fato, a proposição de metodologias e/ou métodos que possibilitem uma aprendizagem mais eficiente e significativa tem sido um dos maiores motivos de preocupação entre os docentes e pesquisadores (VINHOLI JÚNIOR & PRINCIVAL, 2014). Por outro lado, é importante enfatizar que a ênfase no método não é tudo. É preciso que o professor saiba operar com estes métodos para que o ensino seja eficaz.

A ideia surgiu a partir de uma conversa entre mim, na época estagiária, e a professora da escola. Houve uma preocupação por parte da professora no baixo rendimento e participação de grande parte dos alunos nos conteúdos trabalhados até então, gerando uma incerteza quanto ao próximo conteúdo a ser trabalhado, a embriologia. A partir da nossa conversa, chegamos à conclusão de que este conteúdo é difícil de ser trabalhado com os adolescentes pelo fato de não existir uma clareza sobre a importância e aplicação do conhecimento na vida dos mesmos. Esta dificuldade é ainda mais intensificada pelo tamanho das estruturas trabalhadas, que são microscópicas, e pelos diversos nomes científicos com os quais os alunos não estão acostumados.

No momento em que estive na escola, além da disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino II, também cursava a disciplina Tópicos Especiais no Ensino de Biologia. Nesta disciplina eu precisaria desenvolver um projeto de intervenção na escola. Com isso, a professora teve a ideia de trabalharmos as etapas iniciais do desenvolvimento embrionário em modelos representacionais que seriam construídos pelos próprios alunos. As etapas selecionadas para a representação foram as etapas de zigoto, mórula, blástula, gástrula e nêurula, pelo fato de tais etapas serem as etapas mais

iniciais do desenvolvimento embrionário e, por sua vez, menos complexas de serem representadas de forma tridimensional.

Um obstáculo que tivemos que enfrentar no momento do planejamento da metodologia foram as férias escolares do meio do ano. Na época em questão, a escola tinha acabado de voltar de um período de quase 2 meses de greve e as férias de meio do ano quebraram o andamento do assunto. Com isso, esta metodologia só pôde ser trabalhada em 2 aulas, uma expositiva e uma com a construção dos modelos.

Após a escolha e planejamento da metodologia, foi escolhido o material a ser utilizado para a criação dos modelos: a massa de modelar. Este material foi escolhido devido à familiaridade que os alunos têm com o material e com seu manuseio e também pela facilidade de obtenção do material por parte dos alunos.

A etapa de intervenção da pesquisa se iniciou com uma aula expositiva de 55 minutos com o conteúdo de embriologia. Primeiramente, foi passado um resumo no quadro com os pontos mais importantes que seriam abordados na aula. Enquanto os alunos copiavam, eu distribuí um esquema para os alunos que continham as etapas do desenvolvimento embrionário até a formação dos folhetos germinativos, em preto e branco. Foi solicitado aos alunos que colassem o esquema no caderno, para que ficasse junto com o resumo. Passados uns 10 minutos, tempo que os alunos terminaram de copiar o resumo, a professora iniciou a explicação oral. Para isso, ela utilizou uma cartolina contendo o mesmo esquema que os alunos colaram no caderno, entretanto, em tamanho maior e colorido. A professora explicou cada uma das etapas ilustradas no esquema e solicitou aos alunos que identificassem os grupos de células pintando-as de acordo com o processo de diferenciação, da mesma forma como estava demonstrado na cartolina. Ao final da aula expositiva sobre as etapas iniciais do desenvolvimento embrionário, a professora solicitou aos alunos que levassem o material para a criação dos modelos (neste caso, a massa de modelar) na aula seguinte.

No dia da aula de construção dos modelos, também em um tempo de 55 minutos, a professora solicitou à turma que fossem formados 6 grupos, como mostra a Figura 2. Cada grupo ficou responsável por construir os modelos representacionais de diferentes estágios iniciais do desenvolvimento embrionário: o zigoto, a mórula, a blástula, a gástrula e a nêurula. Como estratégia de aplicação do material didático, os alunos utilizaram o esquema que estava no caderno das etapas iniciais do desenvolvimento embrionário que seriam representadas na forma de modelo. Este material, junto com a professora e a estagiária, serviu de auxílio para a construção dos modelos por parte dos

alunos. A professora pediu aos alunos que mantivessem o padrão de cores do esquema em desenho no modelo da fase de nêurula, diferenciando os folhetos embrionários. Durante a aula, as dúvidas dos alunos que foram aparecendo no decorrer da atividade foram sendo solucionadas por mim e pela professora. Ao fim da aula, eu e a professora passamos em cada grupo questionando o nome das etapas representadas e pedimos para que as organizassem na ordem em que ocorrem durante o desenvolvimento. Os modelos criados pelos alunos foram recolhidos ao fim da aula e avaliados pela professora.



Figura 2 - Disposição dos grupos de alunos durante a construção dos modelos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PLANEJAMENTO:

Na etapa de planejamento, eu e a professora identificamos o baixo rendimento e pouca participação da maioria dos alunos nas aulas de biologia em geral. Isso pôde ser observado por meio da análise dos exercícios realizados por eles, tanto daqueles realizados em sala, quanto daqueles feitos em casa e entregues à professora para correção posterior e pela observação do comportamento dos mesmos. Foi observado, durante a realização dos exercícios, que os alunos tiveram algumas dificuldades quanto à sua resolução e na compreensão do conteúdo trabalhado em sala de aula, além de, na maioria das vezes, aparentarem desinteresse em aprender mais sobre o assunto.

Essa sensação de que os alunos não estão envolvidos durante as aulas e realização das atividades é compartilhada por quase todos os professores da escola de

estudo. Para ajudar a amenizar essa situação, cabe aos professores entender o processo de formação de conceitos como algo complexo, o que exige deles paciência, compromisso e atento acompanhamento para o entendimento da complexidade do processo de formação de conceitos (LIMA et al., 2011). A partir dos dados observados, a professora teve a ideia de trabalhar o conteúdo de embriologia por meio da construção modelos didáticos representacionais.

4.2 PROCESSO E PRODUTO

Como já citado anteriormente, o ensino de Embriologia para alunos de Ensino Médio costuma ser pouco prático e, geralmente, de difícil compreensão em si. Trata-se de um tema vago e, geralmente, de pouca aplicação no cotidiano do adolescente, dependendo da forma em que é trabalhada. Já era de se esperar, como foi constatado, que os alunos tentariam compreender o assunto que estava sendo apresentado na aula expositiva, mas fica difícil compreender como ocorre o início do desenvolvimento de um organismo na ausência de algo palpável. Os alunos tiveram dificuldades de acompanhar a explicação da professora na aula expositiva e pediam com certa frequência que ela repetisse algumas informações que já havia falado. Os alunos também estranhavam os nomes das etapas e das estruturas celulares citados pela professora e alguns ainda afirmavam ser incapazes de decorar aquilo. Ao final da aula, alguns alunos comentaram que já não lembravam de grande parte das coisas ensinadas pela professora naquela aula.

Isto vai ao encontro com a ideia de Lima et al. (2011) quando afirmam que todo processo de formação de conceitos é, essencialmente, dialógico e dependente das estratégias de mediação adotadas. De acordo com esses autores, o sujeito da aprendizagem deve ser considerado interativo e falante, que vai sendo introduzido a um novo modo de falar e compreender o mundo. Logo, aprender conceitos, por serem sempre revistos e ampliados é um processo lento, complexo e sempre inacabado (LIMA et al., 2011), não sendo possível se concretizar apenas com uma aula expositiva tradicional.

A continuação do conteúdo de embriologia trabalhado na aula expositiva na abordagem de modelos representacionais realizada em sequência também possui grande relevância, visto que:

Na medida em que se usa uma mesma ideia em situações variadas, o estudante tem a oportunidade de estabelecer maior número de relações entre os sentidos em jogo, o que favorece as condições de apropriação e de consolidação dos conceitos. [...] Uma vez

introduzido o conceito, seus sentidos vão sendo expandidos na medida em que ele vai sendo utilizado em diferentes situações (LIMA et al., 2011, p. 863 e 865).

Ao ser anunciada a atividade, prática, a ser desenvolvida na aula seguinte, foi possível perceber o entusiasmo dos mesmos e a expectativa quanto àquela aula. A professora solicitou aos alunos que levassem massa de modelar e o esquema em desenho das etapas iniciais do desenvolvimento embrionário, já pintado, que eles haviam colado no caderno. Os alunos se mostraram mais curiosos e interessados sobre o assunto da aula que se iniciaria na aula seguinte de biologia.

No dia da aula, uma das alunas comentou: “Oba! Adoro mexer com massinha! Tem muito tempo que não mexo com isso!”. Do total de alunos da turma, foi possível observar que a maioria estava animada com a atividade, enquanto uma minoria estava meio acanhada, aparentemente sem saber como seria o procedimento da aula. De modo geral, foi possível perceber que a barreira invisível entre o conteúdo de Embriologia e o interesse dos alunos havia sido quebrada. Possivelmente, essa quebra deve-se ao estabelecimento da conexão entre algo interessante que fazia parte do cotidiano dos alunos, com um método não usual de ensino de Biologia e com o conteúdo a ser passado pela professora. “Ensinar ciências implica introduzir os estudantes em uma cultura que, inicialmente, não lhes pertence, e dar condições para que eles se apropriem dela e a relacionem com outras dimensões de sua cultura e com a realidade concreta da vida” (Lima et al., 2011, p. 863). O estabelecimento dessa rede de conhecimentos e aplicações do conhecimento resultou em interesse dos alunos pelo conteúdo de Embriologia.

Tanto se fez verdade o interesse que não faltou colaboração dos alunos quanto aos materiais a serem utilizados no desenvolvimento da atividade e todos eles participaram de forma voluntária da atividade. Esta mesma participação intensa em embriologia foi verificada no trabalho de Oliveira et al. (2012). Isto vai ao encontro da ideia defendida por Mendonça & Santos (2011) de que mudanças significativas são perceptíveis quando se utiliza de uma aula dinâmica com maior participação do aluno, aguçando os sentidos, tornando real o que só pode ser visto por figuras em livros didáticos. Além disso, este mesmo autor afirma que o envolvimento dos alunos na dinâmica da confecção até o resultado final promove um aprendizado significativo em relação a conceitos que eles possuíam muita dificuldade em assimilar. Isto indica uma maior predisposição dos alunos a aprender, algo que também foi observado por Vinholi Júnior & Princival (2014).

Segundo Freitas et al. (2008), os modelos tridimensionais preenchem o espaço entre a teoria e a prática, permitindo uma relação analítica indutiva da realidade. Da mesma forma, Duso et al. (2013) afirmam que essa relação entre o teórico e o real permite que os estudantes utilizem, em outras situações, os conhecimentos produzidos na escola. Isso se maximiza quando a atividade é organizada e mediada pelo professor de forma a permitir uma participação ativa do estudante e um espaço para reflexão e tomada de decisão (DUSO et al., 2013). “Uma estrutura não apenas passível de ser vista, mas também manipulada, possibilita que prováveis lacunas deixadas pela experiência visual possam ser preenchidas pela experiência tátil” (ARAUJO et al., 2013, p.3).

Em concordância com esse entusiasmo, Mendonça & Santos (2011), a partir da fala de alguns alunos, evidenciaram a satisfação e o prazer em fazer algo novo e diferente, saindo do modelo tradicional de ensino, onde o professor escreve e o aluno copia. Este entusiasmo e curiosidade também foram demonstrados em outros trabalhos com modelos representacionais (ARAUJO et al. 2013; AZEVEDO et al., 2007; DUSO, 2012; DUSO et al, 2013; FERREIRA et al., 2013; KRAUSE, 2012; MATOS et al., 2009; OLMO et al., ORLANDO et al., 2009; 2014; REIS et al., 2013; VINHOLI JÚNIOR & PRINCIVAL, 2014), inclusive na disciplina de embriologia (MADUREIRA, 2012; OLIVEIRA et al., 2012).

Durante a atividade, alguns alunos apresentaram certa dificuldade quanto ao modo pelo qual criariam o modelo tridimensional de algumas das etapas. Alguns começaram a montar o modelo em apenas um plano, de tal forma que a professora responsável e eu tivemos que ajudar na elaboração de forma tridimensional. Da mesma forma, Duso et al. (2013) relatou em seu trabalho que os alunos apresentaram dificuldades em aplicar os conceitos necessários para a confecção do modelo. A dificuldade dos alunos no desenvolvimento de modelos tridimensionais é justificável, tendo-se em vista alguns pontos: - a distância entre o assunto abordado, abstrato, e o cotidiano dos alunos; - limites de coordenação motora delicada dos alunos; - riqueza de detalhes a serem esquematizados no modelo. De fato, de acordo com Dondis (1997), a visualização dimensional possui uma enorme complexidade, visto que exige do criador uma imensa capacidade de apreensão do conjunto. Essa autora também ressalva que a concepção de um material visual tridimensional exige sucessivas etapas, e chama a atenção para a importância de um esboço, representado neste trabalho, pelo esquema em desenho com as etapas a serem representadas.

A importância de um material de apoio durante a construção dos modelos reforça a visão de metodologia complementar e facilitadora de Oliveira et al. (2012), que afirma que essas práticas não devem substituir o livro-texto ou outros recursos existentes. Freitas et al. (2008) também observou em seu trabalho que a utilização dos modelos, associado com as figuras dos livros-textos, demonstrou-se satisfatória para o ensino prático de embriologia.

De acordo com Chassot (2004), só é possível falar do modelado com base em nossa vivência com ele. O conhecimento que nós temos de algo é produto da nossa experiência vivencial (CHASSOT, 2004). A experiência que os alunos apresentavam sobre as etapas iniciais do desenvolvimento embrionário era baseada apenas em modelos bidimensionais até então. Araújo et al. (2013), p. 7, por sua vez, afirmam que:

A concepção de um modelo didático por meio da escultura permite a percepção dessa tridimensionalidade das estruturas celulares seguidamente negligenciada pelo aprendiz quando dependente unicamente da formação de modelos mentais estimulados pela visualização de imagens científicas.

Como já discutido anteriormente, o assunto Embriologia trata de um processo vago e pouco aplicável, para alunos de Ensino Médio, e a visualização espacial das estruturas embrionárias e dos processos dinâmicos que ocorrem ao longo do desenvolvimento são dificultadas. Além disso, a riqueza de detalhes envolvidos no desenvolvimento torna a elaboração de modelos um processo altamente minucioso, algo ainda mais evidente para indivíduos com menor coordenação motora associada a movimentos delicados. A união dos três pontos citados torna a elaboração dos modelos algo justificável, visto que estes permitem ao discente formar imagens mentais mais próximas das estruturas dinâmicas reais que se sucedem no período de desenvolvimento ontogênico dos mamíferos (FREITAS et al., 2008), junto com o auxílio proveniente do professor regente.

Durante a atividade, a curiosidade dos alunos sobre o tema foi evidenciada pelas diversas dúvidas e questionamentos que foram surgindo ao longo da construção dos modelos. Os temas trabalhados em sala foram baseados nessas dúvidas dos alunos, de forma que os interesses desses adolescentes foram valorizados. As dúvidas frequentes também foram observadas nos trabalhos de Duso et al. (2013), Mendonça & Santos (2011), Montenegro et al. (2013), Oliveira et al. (2012) e Orlando et al. (2009).

Dentre as dúvidas apresentadas pelos alunos, as mais frequentes foram sobre a relação entre as etapas representadas e sobre as diferenças no número e tamanho de células. Eu e a professora fomos respondendo aos questionamentos lembrando alguns

assuntos tratados na aula expositiva e utilizando os próprios modelos que estavam sendo construídos por eles. Foram explicadas as modificações que ocorrem em relação ao número e tamanho de células nos processos de divisão celular e movimentação das células durante o avanço do desenvolvimento embrionário.

Outro ponto importante que pôde ser observado durante a intervenção é que houve algumas diferenças entre os modelos de uma mesma etapa do desenvolvimento embrionário, principalmente da blástula e da nêurula, construídos por grupos diferentes, o que pode ser observado na Figura 3. Foi possível observar também que dentro do mesmo grupo houve certa divergência sobre como alguns modelos seriam feitos, antes que se entrasse em um acordo. O mesmo foi observado por Duso et al. (2013), que relata que os alunos, ao desenvolver um modelo de corpo humano, tiveram uma dificuldade inicial em saber com qual sistema começariam a construção, mas entraram em acordo após algumas discussões. Isto pode ser justificado pelo fato de que, segundo Chassot (2004), se é solicitado a um grupo de pessoas que elabore um modelo de um objeto, este será o produto do que elas conhecem do objeto em questão. Desta forma, é possível que haja, em um mesmo grupo, modelos do mesmo objeto muito diferentes entre eles, como decorrência dos diferentes conhecimentos que as pessoas têm do objeto que modelaram (CHASSOT, 2004). De acordo com Driver et al. (1999), p.33, “a interação social em grupos é vista como algo que fornece o estímulo de perspectivas diferentes sobre as quais os indivíduos possam refletir”.

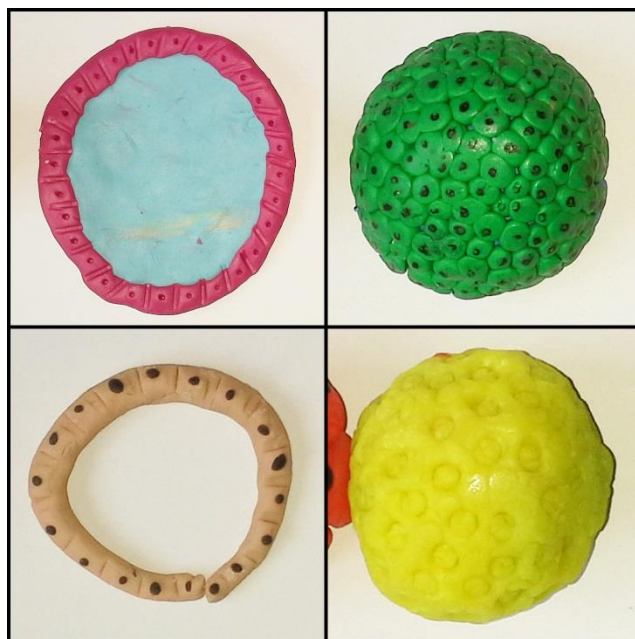


Figura 3- Exemplo de modelos de blástula criada por grupos diferentes de alunos.

A massa de modelar, o material utilizado na construção dos modelos, se apresentou como bom material em relação ao baixo custo, fácil obtenção e manipulação e familiaridade por parte dos alunos. Entretanto, algum tempo após a realização da atividade, os modelos criados pelos alunos começaram a criar fungos, quebrar e houve dissociação de algumas partes. De acordo com Matos et al. (2009), modelos confeccionados com massa de modelar não são adequados, pois com o manuseio perdem a forma facilmente e retêm umidade, ocasionando o aparecimento de fungos, tornando-se desta forma inutilizados. O material considerado mais adequado por trabalhos anteriores para esse tipo de atividade é o biscuit. Segundo Matos et al. (2009), esse material apresenta grande durabilidade e pode ser manuseado constantemente, sem se deformar. Além disso, Chaves et al. (2011) descreveu o biscuit como tendo alta plasticidade e fácil manuseio. Em concordância, Araujo et al. (2013) relata que o biscuit apresenta um tempo de secagem relativamente curto. Entretanto, este material possui um custo maior, quando comparado a outros materiais como a massa de modelar, o papel machê e a cola epóxi, mas pode ser encontrada com facilidade em lojas especializadas (ARAUJO et al., 2013).

Os alunos sentiram-se muito confortáveis durante a aula com modelos e ficaram satisfeitos em participarem ativamente da atividade, fugindo um pouco das aulas tradicionais. Essa atividade os proporcionou maior autonomia na escolha de como montar os modelos e na divisão de tarefas. Setúval & Bejarano (2009) destacam a importância dos docentes promoverem a articulação entre a teoria e a prática de maneira dialógica e afetiva, partindo do princípio da autonomia do estudante em questionar sobre o que ele realiza e observa diante de um fenômeno ou processo estudado.

Os alunos do presente estudo puderam aplicar aquilo que tinham aprendido nas aulas na construção dos modelos e assim fixar melhor o conteúdo apresentado. Segundo Matos et al. (2009), promover a integração entre os conteúdos abordados nas disciplinas com o desenvolvimento de atividades práticas possibilita a intensa participação dos alunos no processo de aprendizagem. Foi possível observar que os modelos proporcionaram aos alunos uma interação com essas estruturas microscópicas do desenvolvimento embrionário, concordando com o trabalho realizado por Vinholi Júnior & Princival (2014). De acordo com Orlando et al. (2009), p. A2:

Além do lado visual, esses modelos permitem que o estudante manipule o material, visualizando-o de vários ângulos, melhorando, assim, sua compreensão sobre o conteúdo abordado. Também, a própria construção dos modelos faz com que os estudantes se

preocupem com os detalhes intrínsecos dos modelos e a melhor forma de representá-los, revisando o conteúdo, além de desenvolver suas habilidades artísticas.

Este mesmo autor, semelhante ao observado neste trabalho, notou em sua pesquisa que os alunos obtiveram uma nítida melhoria na capacidade assimilativa, associativa e de memorização do conteúdo, à medida que os modelos foram sendo aplicados.

Além disso, a atividade também estimulou o trabalho em grupo e, conseqüentemente, interação entre os próprios alunos e dos alunos com a professora e estagiária, o que também foi observado por Azevedo (2007), Ferreira et al. (2013), Freitas et al. (2008), Krause (2012) e Matos et al. (2009). Isso acabou gerando maior interesse por parte dos alunos. Em concordância, de acordo com Matos et al. (2009), a utilização de modelos didáticos, além de contribuir para o conhecimento dos estudantes envolvidos, também auxilia no intercâmbio entre os alunos, promovendo a difusão do conhecimento e desenvolvendo a criatividade e o espírito de equipe entre os mesmos. De acordo com Duso et al. (2013), os estudantes, ao longo do processo de modelização, têm a oportunidade de se defrontar com dificuldades como a planificação, o reducionismo e a descontextualização, podendo superá-las mediante a discussão realizada entre eles e com os professores. Cabe ao professor considerar e questionar as concepções de seus alunos, mas sempre de maneira respeitosa (DRIVER et al., 1999).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir deste trabalho é possível concluir que a utilização de modelos representacionais mostrou-se como uma alternativa promissora na geração de interesse e participação por parte dos alunos no conteúdo de embriologia, especialmente para os modelos de zigoto, mórula, blástula, gástrula e nêurula, podendo contribuir com a construção do conhecimento. Entretanto, é importante frisar que esta metodologia é melhor aproveitada pelos alunos quando os mesmos participam da sua construção e é aplicada para complementar os livros-texto, materiais de apoio e outros recursos existentes e não de forma isolada. O papel do professor como mediador e, no caso deste trabalho, também de um estagiário, auxiliando como guia no processo de construção dos modelos também se mostra bastante importante.

Apesar da dificuldade inicial de visualização tridimensional, os alunos não apresentaram grandes dificuldades na construção dos modelos representacionais das

etapas de zigoto, mórula, blástula, gástrula e nêurula, apresentando-se como uma boa alternativa de modelização.

A partir da construção dos modelos representacionais também foi possível alcançar os principais aspectos da educação mencionados por Moreira et al. (1998): a interatividade (entre alunos; entre alunos e professora/estagiária; entre alunos e material), a cooperação e a autonomia. Além disso, essa metodologia permitiu trabalhar também a habilidade artística dos alunos.

A utilização desses modelos também facilitou a visualização das etapas representadas por parte dos alunos, ajudando a contornar a ideia de abstração e complexidade da embriologia. Os alunos puderam ter uma visão do todo, de uma forma mais tridimensional, diferentemente do que estavam acostumados a ter nos livros-didáticos ou esquemas no quadro. Além disso, foi possível integrar o assunto da aula com algo com que os alunos já possuem certa familiaridade, através, por exemplo, do material utilizado para a construção dos modelos, a massa de modelar.

Em relação ao material utilizado para a criação dos modelos, apesar de ser de fácil manuseio e obtenção, baixo custo e de haver uma familiaridade deste com os alunos, este material não é considerado um dos melhores a se trabalhar, devido a sua baixa resistência. Este material se mostrou inferior a outros, como, por exemplo, a massa de biscuit, no quesito resistência e durabilidade, pois, um tempo depois da construção dos modelos, houve o crescimento de fungos, quebra e dissociação de algumas partes.

Este trabalho também mostra a importância da articulação da universidade com a escola, através da minha participação como graduanda de Ciências Biológicas em aulas de uma escola estadual junto com a professora. Essa interação possibilitou discussões e reflexões relevantes, que acabaram permitindo o planejamento de uma nova metodologia de ensino.

Apesar dos pontos positivos, resultados adicionais poderiam ser alcançados caso a abordagem do tema fosse realizada em um maior número de aulas, promovendo ainda maior diálogo do professor com os alunos e com uma avaliação da aprendizagem significativa dos estudantes. Tudo isso foi dificultado nesta pesquisa devido às férias que se sucederam logo após o início do assunto, sendo possível trabalhar a sequência das atividades em apenas duas aulas de 55 minutos.

O conhecimento obtido nesta pesquisa pode ser compartilhado com outros na mesma organização ou profissão (TRIPP, 2005), de forma que outros educadores

podem aprender e se inspirar com as experiências analisadas (PADUA et al., 2009). Desta forma, trabalhos como este se mostram importantes para a educação científica e podem auxiliar o trabalho do professor no cotidiano escolar.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR Jr., O. O papel do construtivismo na pesquisa em ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.3, n.2, p.107-120, 1998.

ARAÚJO, C. M.; STARLING, G.; BRITO, A. Z. P.; PEREIRA, A. e MACIEL, V. F. A. Arte no ensino da citologia. *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*, p. 1-8, 2013

AZEVEDO, S. G.; ZARZZEKA, C.; ESQUISSATO, G. N. M.; ARRUDA, G.; ZIEMNICZAK, K.; SALING, S. C. e BRANDENBURG, L. T. M. Modelo didático de Embriologia: fertilização e implantação. *XVII Semana da Biologia – UNIOESTE*, p.1-3, 2007.

CHASSOT, A. Ensino de ciências no começo da segunda metade do século da tecnologia. In: LOPES, A. C. R. e MACEDO, E. (orgs). *Currículo de Ciências em Debate*. 1ª ed. Campinas, SP: Papirus, 2004, p. 13-44.

CHAVES, R. S.; MORAES, S. S. e LIRA-DA-SILVA, R. M. Confecção de modelos didáticos de plantas extintas: arte aplicada à Paleontologia no ensino da conquista do ambiente terrestre pelas plantas. *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VIII ENPEC*, p. 1-10, 2011.

DONDIS, D. A. *Sintaxe da linguagem visual*. São Paulo: Martins Fontes, p. 1-67, 2007.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. E SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química Nova na Escola*, n. 9, p. 31-40, 1999.

DUSO, L. O uso de modelos no ensino de Biologia. *Anais do XVI Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino - XVI ENDIPE*, p. 1-10, 2012.

DUSO, L.; CLEMENTE, L.; PEREIRA, P. B. e ALVES FILHO, J. P. Modelização: uma possibilidade didática no ensino de Biologia. *Revista Ensaio*, v.15, n. 2, p. 29-44, 2013.

FERREIRA, J. C. e ALMEIDA, S. A. O pensar e o fazer modelos didáticos por alunos de licenciatura em Biologia. *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*, p. 1-8, 2013.

FERREIRA, L. B. M.; GUIMARÃES, Z. F. S.; GUIMARÃES, E. M. e FRANCO, L. S. O papel dos modelos na formação de licenciandos em Ciências Biológicas: uma investigação do tipo professor-pesquisador. Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VI ENPEC, p. 1-12, 2007.

FERREIRA, P. M. P.; MOURA, M. R.; COSTA, N. D. J.; SILVA, J. N.; PERON, A. P.; ABREU, M. A. e PACHECO, A. C. L. Avaliação da importância de modelos no ensino de biologia através da aplicação de um modelo demonstrativo da junção intercelular desmossomo. Revista Brasileira de Biociências, v. 11, n. 4, p. 388-394, 2013.

FREITAS, L. A. M.; BARROSO, H. F. D.; RODRIGUES, H. G. e AVERSI-FERREIRA, T. A. Construção de modelos embriológicos com material reciclável para uso didático. Bioscience Journal, v. 24, n. 1, p. 91-97, 2008.

GILBERT, J. K. e BOULTER, C. J. Aprendendo Ciências através de Modelos e Modelagem. In: COLINVAUX, D. (Org). Modelos e educação em ciências. Rio de Janeiro: Ravil, 1998, p. 12-34.

GILBERT, S. F. Biologia do Desenvolvimento. 5ª ed, São Paulo: FUNPEC Editora, p. 1-994, 2003.

GUERRA, V. P. Práticas pedagógicas no Ensino Médio: perspectivas da docência em salas-ambiente. 176f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Tuiti do Paraná, 2007.

JUSTI, R. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. Enseñanza de las Ciências, v. 24, n. 2, p. 173-184, 2006.

JUSTINA, L. A. D. e FERLA, M. R. A Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Genética - Exemplo de Representação de Compactação do DNA Eucarioto. Arquivos do Mudi, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006.

KRAUSE, F. C. Modelos Tridimensionais em Biologia e Aprendizagem Significativa na Educação de Jovens e Adultos (EJA) no Ensino Médio. 186 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Brasília, Faculdade de Educação, Brasília, DF, 2012.

KRETZENBACHER, H. L. The Aesthetics and Heuristics of Analogy: Model and Metaphor in Chemical Communication. International Journal for Philosophy of Chemistry, v. 9, n. 2, p. 191-218, 2003.

LIMA, M. E. C. C.; AGUIAS JÚNIOR, O. e DE CARO, C. M. A Formação de Conceitos Científicos: Reflexões a partir da Produção de Livros Didáticos. Ciência & Educação, v. 17, n. 4, p. 855-871, 2011.

MADUREIRA, A. M. S. Uma Proposta de Metodologia do Ensino de Embriologia Básica. 216 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2012.

MATOS, C. H. C; OLIVEIRA, C. R. F.; SANTOS, M. P. F. e FERRAZ, C. S. Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 9, n. 1, 2009.

MENDONÇA, C. O. e SANTOS, M. W. O. Modelos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia: aparelho reprodutor feminino da fecundação à nidação. *Anais do V Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade"*, v. 5, p. 1-11, 2011.

MILLAR, R. Um Currículo de Ciências Voltado para a Compreensão por Todos. *Revista Ensaio*, v. 5, n. 2, 2003.

MIRANDA, R. P.; BADILLO, R. G. e GARAY, F. G. A construção de modelos na formação inicial e continuada de professores de Química. NARDI, R.; ALMEIDA, M. (orgs.). *Analogias, leituras e modelos no ensino da ciência: a sala de aula em estudo*. São Paulo: Escrituras, 2006, p. 141- 159.

MONTENEGRO, L. A.; PETROVICH, A. C. L. e ARAÚJO, M. F. F. Modelos biológicos no estudo de vertebrados: utilização e importância na formação inicial à distância de professores para o ensino de ciências e biologia. *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*, p. 1-7, 2013.

MOREIRA, A.; BARBOSA, A.; ANDRADE, C. e REIS, N. Estratégias de ensino-aprendizagem em Biologia. Bahia: Faculdade de Tecnologia e Ciências - Ensino a Distância, p. 7-64, 1998.

NARDI, M. R. B e TASCETTO, O. M. O ensino da biologia e o fracasso escolar nas primeiras séries do colégio estadual Santo Agostinho. Programa de Desenvolvimento Educacional - PDE, Secretaria de Estado da Educação, v.1, p.1-16, 2008.

NASCIMENTO JÚNIOR, A. F. e SOUZA, D. C. A confecção e apresentação de material didático pedagógico na formação de professores de biologia: o que diz a produção escrita? *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*, P. 1-12, 2009.

NASCIMENTO, A. M. B. T.; SIQUEIRA, A. K. L; SILVA, M. M. F. M e DIONÍZIO, S. C. Aplicação de Modelos Didáticos sobre o Animal Invertebrado Tênia no Ensino de Biologia Integrado ao PIBID. *III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente*, p. 1-10, 2012.

- OGBORN, J. Constructivist Metaphors of Learning Science. *Science & Education*, v. 6, p. 121- 133, 1997.
- OLIVEIRA, M. S.; KERBAUY, M. N.; FERREIRA, C. N. M; SCHIAVÃO, L. J. V; ANDRADE, R. F. A; SPADELLAI, M. A. Uso de material didático sobre Embriologia do Sistema Nervoso: Avaliação dos Estudantes. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 36, n. 1, p. 83-92, 2012.
- OLMO, F. J. V.; MARINATO; C. S.; GADIOLI, A. O. e SILVA, R. V. Construção de modelo didático para o ensino de Biologia: Meiose e Variabilidade Genética. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, v.10, n.18, p. 3569-3575, 2014.
- ORLANDO, T. C.; LIMA, A. R.; SILVA, A. M.; FUZISSAKI, C. N.; RAMOS, C. L.; MACHADO, D.; FERNANDES, F. F.; LORENZI, J. C. C.; LIMA, M. A.; GARDIM, S.; BARBOSA, V. C. e TRÉZ, T. A. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, n. 1, p. 1 – 17, 2009.
- PADUA, S. M.; TABANEZ, M. F. e SOUZA, M. G. A abordagem participativa na educação para a conservação da natureza. In: CULLEN JÚNIOR, L.; VALLADARES-PADUA, C.; RUDRAN, R. (orgs.). *Métodos de estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre*. 2ª ed. rev. Curitiba, PR: UFPR, 2009, p. 543-555.
- PAZ, A. M.; ABEGG, I.; FILHO, J. P. A. e OLIVEIRA, V. L. B. Modelos e modelizações no ensino: um estudo da cadeia alimentar. *Revista Ensaio*. v. 8, n. 2, p. 133-146, 2006.
- REIS, I. A.; NASCIMENTO, G. S. V.; GUIMARÃES, D. M.; BEZERRA, G. L. S.; NASCIMENTO, S. B. M.; ALENCAR, I. C. C. e AMADO, M. V. O ensino de Biologia sob uma perspectiva CTSA: análise de uma proposta pedagógica de uso de modelos didáticos da divisão celular. *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*, p. 1-8, 2013.
- ROTH, W.M. Taking a stand (point): introduction to a science (education) from people for people. In: ROTH, W.M. (Ed.). *Science education from people for people: taking a stand (point)*. Routledge: London and New York, 2009.
- ROTH, W.M.; BARTON, A.C. *Rethinking scientific literacy*. Routledge: New York, 2004.

- SETÚVAL, F. A. R. e BEJARANO, N. R. R. Os modelos didáticos com conteúdos de Genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de Ciências e Biologia. Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VII ENPEC, p. 1-12, 2009.
- SOUZA, P. F.; FARIA, J. C. N. M. A. Construção e avaliação de modelos didáticos para o ensino de ciências morfológicas - uma proposta inclusiva e interativa. Enciclopédia Biosfera, v.7, n.13, p.1550- 1561, 2011.
- TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de Ciências. Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.
- TEMP, D. S. Facilitando a Aprendizagem de Genética: Uso de um Modelo Didático e Análise dos Recursos Presentes em Livros de Biologia. 85f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal de Santa Maria, 2011.
- THOLLENT, M. Pesquisa-Ação nas Organizações. São Paulo: Editora Atlas, p.1-164 p, 1997
- TOMASI, J. Towards “chemical congruence” of the models in theoretical chemistry. International Journal for Philosophy of Chemistry, v. 5, n. 2, p. 79-115, 1999.
- TRAZZI, P. S. S. A ação mediada em aulas de biologia: um enfoque a partir dos conceitos de fotossíntese e respiração celular. 153 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2014.
- TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*. São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.
- UNESCO. Ciência na escola: um direito de todos. Brasília/DF, Brasil, 2005.
- VINHOLI JÚNIOR, A. J.; PRINCIVAL, G. C. Modelos Didáticos e Mapas Conceituais: Biologia Celular e as Interfaces com a Informática Em Cursos Técnicos do IFMS. HOLOS. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Ano 30, v. 2, p. 110-122, 2014.