

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FORMAÇÃO CIENTÍFICA,
EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA - FCET**

DÉBORA CRISTINA CESTARO

**AS CÉLULAS-TRONCO COMO TEMA GERADOR PARA O ENSINO VOLTADO A
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E A APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA**

DISSERTAÇÃO

**CURITIBA
2016**

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

DÉBORA CRISTINA CESTARO

**AS CÉLULAS-TRONCO COMO TEMA GERADOR PARA O ENSINO VOLTADO A
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E A APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências - Área de Concentração: Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional.

Orientador: Prof. Dr. Nestor Cortez Saavedra Filho.
Co-orientador: Prof. Dr. Arandi Ginane Bezerra Junior.

CURITIBA
2016



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

C422c Cestaro, Débora Cristina
2016 As células-tronco como tema gerador para o ensino voltado a divulgação científica e a aprendizagem de biologia / Débora Cristina Cestaro.-- 2016.
80 f.: il.; 30 cm.

Inclui: "O que a Ciência sabe - e nós ainda não sabemos?"
<http://deboracristinacest.wix.com/oqueaciasabe>.
Texto em português, com resumo em inglês.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. Área de concentração: Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional, Curitiba, 2016.
Bibliografia: f. 67-71.

1. Biologia - Estudo e ensino (Ensino médio). 2. Células-tronco. 3. Pesquisa. 4. Portais da web. 5. Educação aberta. 6. Aprendizagem. 7. Professores de biologia - Formação. 8. Prática de ensino. 9. Tecnologia educacional. 10. Ciência - Estudo e ensino - Dissertações. I. Saavedra filho, Nestor Cortez, orient. II. Bezerra Junior, Arandi Ginane, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. IV. Título.

CDD: Ed. 22 -- 507.2



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Curitiba
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica

TERMO DE APROVAÇÃO DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 10/2016

AS CÉLULAS-TRONCO COMO TEMA GERADOR PARA O ENSINO VOLTADO A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E A APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA

por

Débora Cristina Cestaro

Esta dissertação foi apresentada às 09h00 do dia 07 de julho de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Ensino de Ciências**, com área de concentração em *Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional* e linha de pesquisa *Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências* do Mestrado Profissional do **Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica**. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Nestor Cortez Saavedra Filho

(UTFPR – orientador)

Prof. Dr. Charlie Antoni Miquelin

(UTFPR)

Prof. Dr. Bruno Dallagiovanna Muñiz

(Fiocruz - Paraná)

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Nestor Cortez Saavedra Filho, por exercer a função de “*bad cop*”, toda vez que se fez necessário, sem deixar de transparecer sua dedicação, cuidado e atenção. Digno de minha admiração e respeito por tamanho profissionalismo, inteligência e comprometimento.

Ao meu co-orientador, Arandi Ginane Bezerra Junior, por demonstrar seu amor pela educação desde o primeiro dia de aula. Revelando, com muita personalidade, que físicos também tem sentimentos e despertando meu carinho por seu jeito único de ensinar e orientar.

Ao pessoal do Instituto Carlos Chagas (ICC/Fiocruz), em especial do Laboratório de Biologia Básica de Células-tronco (LABCET), cuja participação se fez essencial para a realização deste trabalho.

Aos professores Charlie Antoni Miquelin e Bruno Dallagiovanna Muñiz, cujas sugestões foram relevantes para a realização deste trabalho.

Ao Colégio Sesi Afonso Pena e minha coordenadora Márcia Gonçalves, por permitir meu afastamento em horas-atividade e possibilitar a realização deste trabalho.

Aos meus familiares, namorado e amigos por toda a trajetória até aqui. Muito obrigada pela paciência e companhia nos momentos difíceis, por compreenderem a minha ausência e cansaço em tantas ocasiões e por serem tão especiais. Sem o incentivo e apoio de vocês esta vitória não seria possível!

“Você já pensou na semelhança que há entre os cientistas e os pescadores? O pescador está diante das águas do rio. E ele sabe que nas funduras daquelas águas nadam peixes que não são vistos. Mas ele quer pegar esses peixes. O que é que ele faz? Ele tece redes, lança-as no rio e pesca os peixes. Se as malhas forem largas, peixes grandes. Se forem apertadas, vêm também os peixes pequenos.”

Rubem Alves

RESUMO

CESTARO, Débora Cristina. As células-tronco como tema gerador para o ensino voltado a divulgação científica e a aprendizagem de biologia. 2016. 80f. Dissertação (Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica – PPGFCET, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba, 2016.

As inovações tecnológicas mudaram o mundo, as formas de interação e o acesso à informação e ao conhecimento, reivindicando mudanças também na educação. Documentos brasileiros como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), suas complementações (PCN+) e as Diretrizes Curriculares Nacionais passaram a propor um ensino mais contextualizado e condizente com os novos anseios da sociedade. A formação de cidadãos críticos e o “educar para a vida” tornaram-se temas recorrentes nos documentos, textos sobre educação e nas coordenações dos colégios. No entanto, o objetivo de muitos alunos do ensino médio e de seus familiares continuou sendo a aprovação no vestibular e a obtenção de um bom score no Exame Nacional do Ensino Médio. Mediante o atual contexto escolar, com o propósito de divulgar a ciência brasileira e produzir ferramentas que facilitem o processo de ensino-aprendizagem foi proposto esse trabalho. Através da interação com o Laboratório de Biologia Básica de Células-tronco (LABCET) do Instituto Carlos Chagas/FioCruz, as células-tronco foram utilizadas como tema gerador para a produção de um objeto educacional que visa desmitificar a ideia que a biologia prioriza a descrição e a memorização, trazendo três sequências didáticas desenvolvidas acerca dos conteúdos de embriologia, biotecnologia e bioética e expressão gênica. Estruturado a partir da metodologia dos Momentos Pedagógicos estas sequências didáticas partem de problematizações, passam pela organização do conhecimento e terminam na aplicação deste. Estas atividades foram disponibilizadas num portal também desenvolvido neste trabalho, intitulado “O que a Ciência sabe”, que conta com materiais complementares destinados a alunos do Ensino Médio e professores de Biologia.

Palavras-chave: Objetos educacionais. Ensino de Biologia. Momentos Pedagógicos. Sequências didáticas. Células-tronco.

ABSTRACT

CESTARO, Débora Cristina. Stem cells as generator theme for teaching destined to scientific divulgation and Biology learning. 2016. 80p. Dissertation (Professional Master in Scientific, Educational and Technological Education) – Graduate Program in Scientific, Educational and Technological Education – PPGFCET, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba, 2016.

Technological innovations changed the world, ways of interaction and access to information and knowledge, requiring changes in education also. Brazilian documents such as Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), its complements (PCN+) and Diretrizes Curriculares Nacionais have been proposing a more contextualized teaching and consistent with the new desires of society. A critic citizen formation and “teaching for life” have become recurrent themes in documents, publications about education and schools’ pedagogical staff. However, the objective of many high school students and their families continued to be college acceptance and achievement of a good Exame Nacional de Ensino Médio score. By the current educational context, this study was proposed with the purpose of divulging Brazilian science e producing tools that facilitate the teaching-learning process. Through interaction with the Laboratório de Biologia Básica de Células-tronco (LABCET) of Carlos Chagas Institute/FioCruz, stem cells were utilized as generator theme for the production of an educational object that aims for demystification of the idea that biology prioritize description and memorization, bringing three didactic sequences developed on the subjects of biotechnology and bioethics, embryology and genic expression. Structured according to Pedagogical Moments methodology, these didactic sequences initiate by problematizations, pass through knowledge organization and end at its application. These activities were made available in a portal also developed in this study, entitled “O que a Ciência sabe” (“What Science knows”), that is equipped with complementary materials destined for high school students e Biology teachers.

Keywords: Educational objects, Biology teaching, Pedagogical Moments, didactic sequences, stem cells

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– <i>Layout</i> da página inicial do portal “O que a ciência sabe”	48
Figura 2	– Área destinada aos professores	49
Figura 3	– Informações para uso das sequências didáticas	49
Figura 4	– Informações para uso das sequências didáticas	50
Figura 5	– Selo da Licença 4.0	51
Figura 6	– Atividades da sequência de embriologia.	53
Figura 7	– Problematização da sequência de embriologia (versão digital).....	54
Figura 8	– Fragmento da atividade n.º 02 (embriologia comparada).....	55
Figura 9	– Fragmento da atividade n.º 02 e suas etapas	56
Figura 10	– Atividade n.º 05 (júri simulado).....	58
Figura 11	– Versão para download e impressão da atividade n.º 01.....	59
Figura 12	– Fragmento da problematização inicial de bioética e biotecnologia (versão digital).....	61
Figura 13	– Fragmento da atividade n.º 04 da sequência de bioética e biotecnologia.	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diferentes aportes para construção de ações de divulgação à laboratórios científicos	29
Tabela 2 – Os três momentos pedagógicos e seus objetivos.	37
Tabela 3 – Organização das sequências didáticas	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Aspectos a incluir no currículo de ciências para favorecer a construção de conhecimentos científicos	26
Quadro 2 – Competências básicas atendidas pelo material em desenvolvimento...	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
Art.	Artigo
CNE	Conselho Nacional de Educação
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
Enem	Exame Nacional do Ensino Médio
HDs	Hardwares
ICC	Instituto Carlos Chagas
LABCET	Laboratório de Biologia Básica de Células-tronco
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
OE	Objeto Educacional
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais (Dados Adicionais)
PCR	Reação em Cadeia da Polimerase (Polymerase Chain Reaction)
PNE	Plano Nacional de Educação
PPP	Projeto Político Pedagógico
REA	Recursos Educacionais Abertos
TIC	Tecnologias da Informação e da Comunicação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 JUSTIFICATIVA	17
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
4.1 O CONTEXTO ESCOLAR.....	21
4.2 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA.....	24
4.2.1 A visão distorcida da ciência e do trabalho científico	24
4.2.2 O papel social da divulgação científica e a importância da aproximação entre pesquisadores e professores do ensino básico.....	26
4.2.3 A Alfabetização Científica.....	29
4.3 A TECNOLOGIA NO CONTEXTO ESCOLAR	32
4.4 A METODOLOGIA DOS MOMENTOS PEDAGÓGICOS.....	35
4.4.1 Problematização Inicial.....	37
4.4.2 Organização do conhecimento.....	39
4.4.3 Aplicação do conhecimento.....	40
4.5 A ESCOLHA DO CONTEÚDO	41
4.5.1 Células-tronco	43
4.5.2 O laboratório.....	45
5 METODOLOGIA.....	47
5.1 O PORTAL	47
5.2 RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS.....	50
5.3 AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS	52
5.3.1 Embriologia	53
5.3.2 Bioética e Biotecnologia	60
5.3.3 Expressão Gênica	63
6 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	65
7 REFERÊNCIAS.....	67
8 ANEXOS	72

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, no Brasil, a educação que visa formar cidadãos críticos e conscientes é consenso tanto nos documentos oficiais quanto na literatura, sendo lema de muitos colégios o “educar para a vida”. No entanto, o objetivo dos alunos ao matricularem-se no ensino médio, assim como o de seus familiares, ainda é conseguir a aprovação em vestibulares, além de obter um bom desempenho no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).

Sendo assim, o “educar para a vida” é visto pela equipe do colégio e pela sociedade, de modo geral, como uma preparação do aluno para algo que ele irá enfrentar no futuro, como se o ponto de início de uma vida fosse à aprovação no vestibular ou a entrada no mercado de trabalho. Porém, a vida de um aluno do ensino médio já começou faz tempo e por inúmeras vezes fez-se necessário o uso do conhecimento obtido no âmbito escolar para a compreensão de processos cotidianos.

Tratando-se da disciplina de biologia, por exemplo, um aluno de ensino médio já precisou de conhecimentos sobre a natureza para cuidar de seus animais domésticos, aproveitar suas férias e até mesmo alimentar-se de maneira saudável. Já recebeu resultados de exames médicos, ficou doente, viu sua mãe engravidar, parentes falecer, enfim, vivenciou diversos eventos biológicos, físicos e químicos e muitas vezes soube lidar com as situações através de conhecimentos empíricos, mas poderia ter compreendido melhor ou até mesmo obtido mais sucesso em seus objetivos se tivesse também conhecimentos científicos que facilitassem a resolução de problemas do dia a dia.

Com o propósito de divulgar a ciência brasileira e produzir ferramentas que facilitem o processo de ensino-aprendizagem, foi proposto este trabalho. Através deste, processos laboratoriais realizados no Instituto Carlos Chagas (ICC), bem como assuntos discutidos em suas pesquisas, serão utilizados como temas desencadeadores em ferramentas didáticas para o ensino de biologia, abordando principalmente conteúdos relacionados à bioética, à biotecnologia, à expressão gênica e à embriologia, em nível de ensino médio.

Destinado prioritariamente aos professores de biologia, mas também podendo ser utilizado por professores de ciências do ensino fundamental e demais

interessados, o material a ser apresentado trata-se de sequências didáticas elaboradas a partir de teorias de aprendizagem e estruturadas de acordo com a Metodologia dos Momentos Pedagógicos proposta por Delizoicov e Angotti (1989). Estas sequências, serão disponibilizadas em um portal desenvolvido exclusivamente para este fim, que também trará *links*, vídeos, artigos e outras ferramentas que poderão ser utilizadas por alunos e professores tanto em sala de aula quanto fora dela. Todo o material será produzido em língua portuguesa e a maior parte do conteúdo contará com versões para *download* e impressão disponibilizadas gratuitamente.

Essa aproximação entre a educação e a pesquisa científica - realizada através da parceria com o ICC, em especial, com o Laboratório de Biologia Básica de Células-tronco (LABCET) – nem sempre é possível durante o desenvolvimento de materiais didáticos. Sendo um importante aspecto deste trabalho, por contribuir para a Alfabetização Científica (AC) da população através de uma transposição didática correta e coerente com ambos os contextos, de pesquisa e ensino. Entende-se a transposição didática como o processo definido por Yves Chevallard, em 1997, na obra *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*.

[...] Ele define a Transposição Didática como um instrumento eficiente para analisar o processo através do qual o saber produzido pelos cientistas (o Saber Sábido) se transforma naquele que está contido nos currículos e livros didáticos (o Saber a Ensinar) e, principalmente, naquele que realmente aparece nas salas de aula (o Saber Ensinado). Ele analisa modificações que o saber produzido pelo “sábido” (o cientista) sofre até este ser transformado em um objeto de ensino (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005, p. 388 *apud* RIBEIRO *et al.*, 2015).

Posto isto, no capítulo 2 serão apresentados os documentos brasileiros e o contexto escolar que justificam este trabalho. No capítulo 3 serão abordados aspectos teóricos relevantes para a compreensão desta dissertação referentes a divulgação científica, as células-tronco, a metodologia dos momentos pedagógicos, a tecnologia no contexto escolar e a interação entre professores e pesquisadores. O capítulo 4 trará fragmentos do produto educacional produzido, apresentando a estrutura e propósitos do portal e das três sequências didáticas elaboradas. E por último, o capítulo 5 apresentará as conclusões obtidas ao término desta pesquisa, bem como as perspectivas de continuidade deste projeto.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é apropriar-se da pesquisa científica desenvolvida no LABCET em seu estado da arte e deixar seu conteúdo acessível para professores e alunos, disponibilizando os conhecimentos obtidos no laboratório através de um objeto educacional (OE).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

São objetivos específicos: fomentar o processo de ensino-aprendizagem com sequências didáticas que permitam trabalhar o conteúdo do ensino médio a partir de problematizações e temas geradores, bem como despertar interesses e vocações para a ciência através da divulgação científica e utilizar Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) para mediar o conteúdo e, se possível, atuar enquanto elemento problematizador e motivador ao longo do processo de ensino da disciplina de biologia através do portal em questão.

3 JUSTIFICATIVA

Apesar dos colégios brasileiros e suas equipes possuírem, através do Projeto Político Pedagógico (PPP), autonomia para selecionar os conteúdos que serão abordados ao longo dos anos de ensino e de qual maneira isso será feito- tendo assim certa flexibilidade que permite que o ensino seja pensado de acordo com a realidade de cada comunidade escolar -, a educação brasileira é baseada em uma série de recomendações e direcionamentos presentes em documentos como a Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (BRASIL, 1996), o Plano Nacional de Ensino (PNE) (BRASIL, 2010), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 2000a; 2000b) e suas complementações (PCN+) (BRASIL, 2002), as Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2013) – que recentemente foram atualizadas – e demais documentos organizados pelo Conselho Nacional de Educação (CNE).

Sendo assim, este trabalho atende indicações do Art.35 da LDB, permitindo relações entre teoria e prática e possibilitando a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos presentes na sociedade contemporânea e do Art.36 que determina que o currículo do ensino médio destaque a educação tecnológica básica e permita a compreensão do significado da ciência (BRASIL, 1996). Além disso, segue as recomendações para o ensino médio das Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2013, p.147) permitindo “aos adolescentes, jovens e adultos trabalhadores acesso a conhecimentos que permitam a compreensão das diferentes formas de explicar o mundo, seus fenômenos naturais, sua organização social e seus processos produtivos”.

Através do material a ser produzido poderão ser contempladas algumas das estratégias propostas pelo PNE (BRASIL, 2014, p.22) para atingir as metas de quantidade de matrículas, bem como de qualidade de ensino, estando entre elas a “relação entre teoria e prática, por meio de currículos escolares que organizem, de maneira flexibilizada e diversificada, conteúdos obrigatórios e eletivos articulados em dimensões como ciência, trabalho, linguagens, tecnologia (...)”. Incentivando, também, a participação dos adolescentes nos cursos das áreas tecnológicas e científicas e atendendo as necessidades de desenvolvimento do País, a inovação tecnológica e a melhoria da qualidade da educação básica (BRASIL, 2010).

O conteúdo abordado, por sua vez, obedece aos PCN, dando destaque ao organismo humano e tornando possível ao aluno relacionar tais conhecimentos às tecnologias de manipulação do DNA, podendo analisar de maneira ética, moral, política e econômica esses fazeres humanos envolvidos na produção científica e tecnológica, bem como na sua utilização, transportando esse indivíduo “de um cenário meramente científico para um contexto em que estão envolvidos vários aspectos da vida humana”(BRASIL, 2000b, p.19). Sendo possível, também, abordar através deste material algumas competências básicas propostas pelos PCN (BRASIL, 2000b, p.21) para a disciplina de biologia que serão abordadas posteriormente.

No entanto, é importante ressaltar que esse trabalho – principalmente através das suas sequências didáticas e da metodologia adotada - vai muito além de simplesmente adequar o ensino de biologia à legislação, mas permite também desmitificar a ideia que a biologia prioriza a descrição e a memorização. Fator importante, uma vez que, segundo Marandino (2009) muitas críticas têm sido feitas ao ensino dessa disciplina e às avaliações aplicadas. Sendo estas inclusive classificadas como pouco significativas para a vida do aluno e de relevância estritamente acadêmica. Em outras palavras

...isso significa dizer que, em certos casos, temos valorizado conteúdos e métodos de ensino que devem ser aprendidos para que os estudantes apenas saibam os próprios conhecimentos biológicos, sem maiores conexões (...) quem não se lembra, por exemplo, dos inúmeros termos biológicos que povoam os livros didáticos de Biologia? (MARANDINO, 2009, p.87)

Ainda segundo Marandino (2009), essa questão ultrapassa a retirada ou não dos termos biológicos e científicos do ambiente escolar - fator apontado por ela como extremamente polêmico -, devendo chegar até as ações pedagógicas cotidianas. Assim, a autora defende a necessidade de alternar ações de finalidade acadêmica com aquelas de finalidade pedagógica e/ou utilitária, para evitar privilegiar um ensino conteudista que põe em detrimento a importância dos conhecimentos científicos para o desenvolvimento cognitivo do aluno e para sua vida prática, sem provocar a descaracterização dos conhecimentos que se pretende divulgar e socializar.

Segundo a Constituição Brasileira (BRASIL, 1988), a educação é considerada um dever da família e do Estado, devendo preparar o educando para exercer a cidadania e também qualificá-lo para o trabalho. Sendo papel do Estado fornecer

educação básica obrigatória e gratuita dos quatro aos dezessete anos de idade, ou seja, desde a educação infantil até o ensino médio, e um direito de todos os brasileiros o acesso e a permanência em escolas de qualidade (BRASIL, 1996).

No entanto, até mesmo os documentos federais, como as Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2013), relatam que a realidade nas escolas brasileiras está bem distante de atender às necessidades dos estudantes em relação a sua formação enquanto cidadão e profissional inserido no mercado de trabalho, como propõe a LDB.

Sendo assim, embora tenha havido importantes mudanças no cenário da educação, inclusive uma sensibilização dos governos estaduais e municipais acerca da necessidade de construir novas escolas, aprimorar suas bibliotecas, fornecer merenda escolar, construir políticas de informatização – adquirir equipamentos e investir na formação continuada dos educadores – (ALMEIDA, 2012), bem como assegurar a diversidade de métodos e propostas pedagógicas, selecionando, certificando e divulgando tecnologias educacionais (BRASIL, 2010), ainda podem ser citados diversos desafios em relação à educação brasileira (ANEXO 1).

Deste modo, acreditamos que a elaboração de um material didático digital, disponibilizado *online*, cuja concepção está ancorada em necessidades de inovação na Educação brasileira, exposta nos documentos oficiais já citados, em referenciais teóricos de ensino e aprendizagem - de modo a não priorizar uma abordagem voluntariosa, fadada a ser utilizada apenas pontualmente - possa colaborar de forma assertiva para o ensino e aprendizagem de biologia. Isto vale não apenas para o Objeto Educacional em si, mas para a metodologia que levou à concepção do mesmo, exposta também nesta dissertação.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Levando em consideração algumas das soluções propostas para o ensino e a realidade vista na escola (ANEXO 1), surge a proposta da produção de um material que, através da transposição didática da pesquisa em biologia realizada pelo ICC para a sala de aula, atue simultaneamente nos dois âmbitos debatidos. Ou seja, que aborde ao mesmo tempo questões práticas e contextualizadas, mas sem deixar de preparar os alunos para responder questões (desde que estas exijam o raciocínio crítico e não simples memorizações) de vestibulares e de exames nacionais, uma vez que estes ainda fazem parte da vida acadêmica do aluno.

Desta maneira, além de atender às indicações dos documentos brasileiros, como já explicado anteriormente, este trabalho busca acatar sugestões de pesquisadores da educação e:

- Trabalhar os conhecimentos de maneira que eles se relacionem uns com os outros e com a vida, criando novas situações de aprendizagem e aproximando a escola das questões e desafios da sociedade. Permitindo, assim, que os alunos relacionem o conteúdo com situações vividas por eles, valorizando tudo aquilo que o aluno já sabe, dando sentido ao aprendizado de determinados conceitos e motivando seu interesse. Valorizando também a curiosidade, as dúvidas, o gosto por aprender e a pesquisa, ao mesmo tempo em que se ensina a filtragem de dados e mostra a importância do aprendizado no presente (MOSÉ, 2014; ALVES, 2014; GADOTTI, 2014);

- Promover a cultura da interação e da resolução de problemas, incentivando a argumentação e a visão sistêmica, estimulando o pensar, o ver, a curiosidade e o hábito de filosofar e fazer perguntas (ANTUNES, 2014; MOSÉ, 2014; GADOTTI, 2014; FREIRE, 2014; ALVES, 2014; BUARQUE, 2014). Introduzindo a leitura e a pesquisa de aprofundamento como uma prática necessária para a compreensão do mundo e dos processos neles existentes, após o reconhecimento do aluno destas situações num contexto prático e realista (GADOTTI, 2014; P.FREIRE, 2014; PACHECO, 2014) que permita o aprendizado através do diálogo, da interpretação, da significação e da experimentação (M.FREIRE, 2014; MOSÉ, 2014; ANTUNES, 2014; PILAR, 2014);

- Gerar a aprendizagem acerca de novas tecnologias, inserindo mídias digitais no processo de ensino, ao invés de proibi-las em sala de aula (GADOTTI, 2014;

MOSÉ, 2014; ANTUNES, 2014). E ao mesmo tempo permitir que o professor continue pesquisando, interaja e aprenda enquanto ensina (GADOTTI, P.2014), contribuindo também para a uma possível modificação da cabeça e do “coração” dos professores (ALVES, 2014);

Sendo assim, antes de justificar as escolhas presentes na elaboração deste material didático que contemplam o supracitado, faz-se necessário apresentar aspectos referentes ao contexto escolar e à divulgação científica, bem como um breve estudo sobre a metodologia adotada, o uso de TIC e o tema gerador escolhido.

4.1 O CONTEXTO ESCOLAR

Almeida (2012, p.41) sugere que na hora de propor alternativas, ferramentas de ensino ou propostas metodológicas, por exemplo, “todo trabalho deve ser precedido de um levantamento cuidadoso dos pontos pedagógicos que têm se mostrado problemáticos”, pois, para ele, sem este prévio levantamento (Anexo 1), pode-se cair na situação de se ter uma “solução à cata de um problema”.

Porém, para compreender a educação hoje e seus entraves é preciso saber que ao longo da história da humanidade a relação do homem com o conhecimento e com a linguagem vem demonstrando-se diferente de acordo com aspectos culturais e, até mesmo, políticos de cada sociedade em questão. Desde as pinturas rupestres, até os dias atuais, há registros da necessidade do uso da linguagem para manter e transmitir saberes e valores desenvolvidos pelo homem de geração em geração. No entanto, de lá para cá muitas mudanças aconteceram.

Segundo Viviane Mosé (2014), a educação como é hoje foi construída ao longo de anos a partir de premissas herdadas de diferentes povos e necessidades. Os primeiros agricultores, por exemplo, teriam utilizado a linguagem para o desenvolvimento moral dos povos, bem como para a construção de regras e o processo de hierarquização. Os gregos, por sua vez, teriam afastado os pensamentos das emoções e da possibilidade de mudanças, atrelando o conhecimento com a busca de verdades. O aumento da produção do conhecimento – aliado, inicialmente, à ausência de livros impressos e a dificuldade do transporte desses materiais quando

surgiram – contribuiu para que cada pessoa soubesse um determinado número de conteúdos, aqueles pertinentes ao seu papel na sociedade. A sociedade industrial dirigiu o ensino básico às massas para gerar mão de obra. E o marxismo trouxe a consciência de que o saber poderia ser utilizado com uma arma poderosa, sendo assim, se o saber passa a ser visto como forma de poder, a educação torna-se uma questão política.

Ainda segundo Mosé (2014), além de ter sido influenciada pelos fatores acima, a educação brasileira teve suas próprias determinantes. Sendo o Brasil um país capitalista e tendo, também, passado por um período de ditadura, a educação brasileira acabou se tornando menos reflexiva e crítica, assumindo posição dentro de um sistema disciplinar que, inclusive, durante certo tempo, eliminou a filosofia do currículo. Essa postura acrescida do estabelecimento dos vestibulares em 1911, sucateou o Ensino Fundamental e Médio, fazendo com que os antigos projetos pedagógicos fossem abandonados e surgisse um novo objetivo: a abordagem da maior quantidade possível de conteúdos, afim de aumentar as chances dos alunos no vestibular. Essa dedicação ao número de conteúdos, fez com que os professores não tivessem tempo de abordar aspectos da formação humana e os conteúdos fossem trabalhados de maneira abstrata e distante da realidade do aluno. Assim, os alunos aprenderam – quando aprenderam - o específico, ignorando o todo e gerando um raciocínio descontextualizado em todas as classes sociais do país, inclusive predominando esse perfil entre nossos líderes políticos, na imprensa e nas universidades.

No entanto, com as inovações tecnológicas e a rápida obsolescência de produtos e conhecimentos, o mundo sofreu uma desestabilização. A tecnologia permitiu um maior acesso à informação e ao conhecimento, em tempo real, democratizando o poder. Passando a imagem do homem bem-sucedido do executivo de meia-idade, racional, frio e cheio de títulos, para o jovem criativo, bem-formado e ousado, que enxerga o todo e sabe trabalhar em grupo. Assim, as pessoas que passaram a tarefa de organizar e armazenar dados para os seus *HDs* externos e começaram a analisar situações do presente, fazer sínteses ainda não feitas e souberam lidar com conflitos e desafios, compartilharam o que tinham a dizer, tornando-se detentoras do poder por conseguir agregar pessoas (MOSÉ, 2014).

Essas mudanças tornaram necessária a elaboração de novas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, as quais visam atender as

novas exigências educacionais decorrentes da aceleração da produção de conhecimentos, da ampliação do acesso às informações, da criação de novos meios de comunicação, das alterações do mundo do trabalho, e das mudanças de interesse dos adolescentes e jovens, sujeitos dessa etapa educacional. (BRASIL, 2013, p.146).

E causam um grande impacto na educação:

O desenvolvimento científico e tecnológico acelerado impõe à escola um novo posicionamento de vivência e convivência com os conhecimentos capaz de acompanhar sua produção acelerada. A apropriação de conhecimentos científicos se efetiva por práticas experimentais, com contextualização que relacione os conhecimentos com a vida, em oposição a metodologias pouco ou nada ativas e sem significado para os estudantes. Estas metodologias estabelecem relação expositiva e transmissivista que não coloca os estudantes em situação de vida real, de fazer, de elaborar. Por outro lado, tecnologias da informação e comunicação modificaram e continuam modificando o comportamento das pessoas e essas mudanças devem ser incorporadas e processadas pela escola para evitar uma nova forma de exclusão, a digital. (BRASIL, 2013, p.167).

Se por um lado as novas diretrizes e outros autores (MOSÉ, 2014; ALVES, 2014;) incentivam a educação contextualizada, outros alertam para que não sejam cometidos excessos, alegando que, com

...essa educação executiva e funcional, confundida frequentemente com construtivismo [...] corre-se o risco de ensinar que a história da humanidade se reduz a falcatruas pública e privadas, a assaltos, tráficos, assassinatos e outros menos votados. (PINSKY, 2005).

Para Pinsky (2005), “não se trata, é claro, de viver num mundo que não tenha contato com o que está aqui, mas trata-se de desenvolver padrões éticos e estéticos”. Segundo ele, somente tendo acesso à cultura da humanidade que os jovens podem dar conta do mundo em que vivem hoje. Só tendo acesso ao que é considerado de qualidade, sejam músicas, livros ou outros, é que poderão mensurar melhor os acontecimentos atuais, desenvolvendo assim autonomia para fazer suas próprias escolhas ao invés de aceitar o que lhes é imposto.

O fato é que nossa sociedade está em transição e o aumento da preocupação com novas estratégias educativas tem sido reconhecido por muitos. Mosé (2014, p.32), compara nossa sociedade com a ecdise dos artrópodes, uma aranha ou inseto que está trocando seu exoesqueleto, trocando sua “casca” como ela chama: “Uma

nova casca já se configura, já podemos vê-la, mas ela ainda não é consistente o suficiente. Vivemos uma transição, temos um pé no futuro e outro na barbárie”. Segundo esta autora, ainda há muito por fazer pela educação brasileira, mas a consciência da sociedade e a vontade política já mudaram, possivelmente, pelos índices de avaliação da educação básica que fornecem classificações e influenciam nas eleições.

No entanto, enquanto a escola “antiquada” luta contra a “utópica”, e vice-versa, o tempo passa e as crianças e adolescentes crescem. Os professores - nem sempre os agentes mais ativos nestas discussões, por vezes não conseguem provocar grandes mudanças, a curto prazo e à nível nacional - precisam ministrar suas aulas e, então, vem sendo convidados a acomodar-se ou a criar suas próprias estratégias para enfrentar esse período de transição. Onde a sociedade atual já não se encaixa no modelo de escola herdado do século XIX, mas também não está pronta para um novo modelo, que mude características importantes da organização escolar estabelecida até os dias atuais, tais como: a seriação, a educação em espaços formais de ensino, a divisão dos saberes em disciplinas, o ensino “conteudista”, as aulas de 50 minutos, o professor enquanto transmissor do conhecimento, entre outros.

4.2 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

4.2.1 A visão distorcida da ciência e do trabalho científico

Segundo Pérez *et al.* (2001), a visão dos estudantes e inclusive dos futuros docentes acerca do trabalho científico é distorcida. A visão “popular” forma uma imagem da ciência como algo único, bem definido, com um suposto método científico rigoroso e indefectível.

Logo após a Segunda Guerra Mundial esta visão passou a sofrer questionamentos pelo campo que viria a ser chamado de Sociologia da Ciência, através das discussões iniciais postas por Robert Merton (2013), através do conceito

de Determinismo Tecnológico, em que o progresso das sociedades é fruto do progresso tecnológico e do progresso linear da Ciência, em que esta gera a Tecnologia dentre os seus frutos, que por sua vez gera o progresso e o bem estar, que geram acumulo de capital, que volta a ser investido na Ciência, realimentando o ciclo vicioso.

Além disso, Pérez *et al.* (2001), determina uma série de outras distorções que acontecem de maneira repetida em trabalhos científicos e propõe que os autores policiem-se para não cometer as mesmas distorções em seus trabalhos, sendo elas: a visão da pesquisa - da observação e da experimentação – “neutra”; a descrição da pesquisa padronizada não por um conjunto de metodologias, mas por um método científico universal e rigorosamente definido; a omissão dos problemas e do contexto histórico que provocaram a pesquisa e a construção daquele conhecimento científico; o parcelamento dos conhecimentos e uma desvalorização dos processos para unificá-los; a visão dos conhecimentos científicos como cumulativos num processo linear, ignorando as crises durante a construção do conhecimento e as necessidades de grandes reconstruções; a visão descontextualizada dos cientistas, como pessoas isoladas e que não precisam tomar decisões baseadas no contexto e na sociedade que vivem; e por último, porém não menos importante, a visão elitista e, por vezes, machista da ciência construída por gênios, ignorando a apropriação do conhecimento prévio e a existência de colaboradores.

O mesmo autor apresenta questões (Quadro 1) a serem levantadas na hora da definição do currículo de ciências e da produção de materiais didáticos que poderiam atuar, não como bastantes para definir os processos de ensino-aprendizagem, mas como importante contribuição.

1. Apresentam-se situações problemáticas abertas (com o objetivo de os alunos poderem tomar decisões para as estudar) de um nível de dificuldade adequado (correspondem à sua zona de desenvolvimento potencial)?
2. Planifica-se uma reflexão sobre o possível interesse das situações propostas que dê sentido ao seu estudo (considerando a sua relação com o programa geral de trabalho adotado, as possíveis implicações CTS etc.)? Procura evitar-se qualquer discriminação (por razões étnicas, sociais...) e, em particular, o uso de uma linguagem sexista, transmissora de expectativas negativas em relação às mulheres?
3. Planifica-se uma análise qualitativa significativa, que ajude a compreender e a enquadrar as situações definidas (à luz dos conhecimentos disponíveis, do interesse do problema etc.) e a formular perguntas operativas sobre o que se procura? Mostra-se, por outro lado, o papel essencial das matemáticas como instrumento de investigação, que intervém desde a formulação do próprio problema à análise dos resultados, sem cair em operativismos cegos?

4. Perspectiva-se a formulação de hipóteses, fundamentadas nos conhecimentos disponíveis, susceptíveis de orientar o tratamento das situações e explicitam-se, funcionalmente, os preconceitos? Nesse sentido presta-se atenção à atualização dos conhecimentos que constituam pré-requisitos para o estudo a empreender? Propõe-se, pelo menos, a modificação de alguma das hipóteses? Dá-se atenção aos preconceitos (encarados como hipóteses)?

5. Planeja-se a formulação de estratégias (no plural), incluindo, neste caso, dispositivos experimentais? Pede-se, pelo menos, a avaliação crítica de alguma estratégia etc.? Presta-se atenção à atividade prática em si mesma (montagens, medidas, ...)? Potencia-se a incorporação da tecnologia atual nos dispositivos experimentais (computadores, electrónica, automação, ...) com o objetivo de favorecer uma visão mais correta da atividade científico-técnica contemporânea?

6. Esboça-se a análise atenta dos resultados (a sua interpretação física, fiabilidade, etc.) à luz do corpo de conhecimentos disponíveis, das hipóteses consideradas e/ou dos resultados de outros autores? Está prevista alguma reflexão sobre os possíveis conflitos entre alguns dos resultados e as concepções iniciais? Favorece-se a “auto-regulação” do trabalho dos alunos? Criam-se condições para que os alunos comparem a sua evolução conceptual e metodológica com a evolução experimentada historicamente pela comunidade científica?

7. Têm-se em consideração possíveis perspectivas (redefinição do estudo a um outro nível de complexidade, problemas derivados, ...)? Em particular, consideram-se as implicações CTS do estudo realizado (possíveis aplicações, repercussões negativas, ...)? Pede-se a elaboração de “produtos” (cartazes, coleções de objetos...)?

8. Pede-se um esforço de integração que tenha em conta a contribuição do estudo realizado para a construção de um corpo coerente de conhecimentos, as suas possíveis implicações noutros campos de conhecimentos etc.? Pede-se algum trabalho de síntese, mapas e redes conceptuais, mapas semânticos etc., que relacionem diversos conhecimentos?

9. Presta-se atenção à comunicação como aspecto essencial da atividade científica? Planeja-se a elaboração de memórias científicas (descritivas) do trabalho realizado? Pede-se a leitura e comentário crítico de textos científicos? Dá-se atenção à verbalização, solicitam-se comentários significativos que evitem o “operativismo mudo”?

10. Potencia-se a dimensão coletiva do trabalho científico organizando grupo de trabalho e facilitando a interação entre esses grupos e a comunidade científica (representada na classe pelos restantes grupos, o corpo de conhecimentos já construído, os textos, o professor como perito, ...)? Em particular, dá-se relevo ao fato de os resultados de uma só pessoa ou de um só grupo não serem suficientes para confirmar ou refutar uma hipótese? Apresenta-se o corpo de conhecimentos (disponíveis) como a aceitação/validação do trabalho realizado pela comunidade científica e como expressão do consenso alcançado?

Quadro 1– Aspectos a incluir no currículo de ciências para favorecer a construção de conhecimentos científicos

Fonte: Pérez et al.(2001, p.140).

4.2.2 O papel social da divulgação científica e a importância da aproximação entre pesquisadores e professores do ensino básico.

Watanabe e Kawamura (2015), reforçam o viés educativo das ações de divulgação científica e a capacidade de promover novos conhecimentos e reflexões críticas, de forma prazerosa e menos pragmática. Afirmando que a divulgação

científica tem hoje, um novo sentido para seu papel social. Em outras palavras, se antes a divulgação científica visava aumentar o conhecimento científico da população hoje, além disso, ela tem potencial para fazer parte do processo educacional da educação formal.

No entanto, Delicado (2008 *apud* Watanabe e Kawamura, 2015) reforça a ideia supracitada, mostrando que na hora de realizar a divulgação científica, museus, revistas, laboratórios abertos ao público, a mídia e outros, falham ao apresentar o processo de produção do conhecimento científico, focando muitas vezes apenas na parte conceitual do conhecimento e contribuindo para a construção ingênua do papel do cientista na sociedade bem como do trabalho científico em seu estado da arte.

Dessa maneira, Watanabe e Kawamura (2015) abordam a importância da aproximação entre cientistas e professores do ensino básico. Pois desta maneira torna-se possível estabelecer ações de divulgação científica capazes de abordar aspectos relevantes em ambos os âmbitos de construção do conhecimento e atender as expectativas de pesquisadores e professores, contribuindo de maneira mais significativa para a construção do conhecimento dos alunos.

Além disso, esta aproximação da escola e dos laboratórios de pesquisa abordada pelas autoras acima seria capaz de minimizar a visão distorcida da ciência e vencer empecilhos que surgem quando apenas um desses agentes – ou pesquisadores ou professores – promovem ações de divulgação científica de maneira isolada.

No levantamento feito por Watanabe e Kawamura (2015) foi citada como importante limitação para uma eficaz divulgação científica a especificidade dos pesquisadores – que por um lado garante a legitimidade do trabalho apresentado, mas que por outro os faz utilizar uma linguagem que por vezes não se faz compreensível aos indivíduos que não pertencem àquele contexto. Segundo elas, alguns pesquisadores quando questionados sobre seus projetos e papel na sociedade, não se sentem à vontade para explicar ou debater essas questões com o público externo à comunidade científica, acabando por superficializar ou, até mesmo, romancear suas respostas (BOURDIEU, 1986 *apud* WATANABE e KAWAMURA, 2015).

Dessa forma, a ação de transformar as tarefas realizadas em seus laboratórios e os conhecimentos obtidos naquele âmbito em informações para a divulgação científica – ou seja, realizar a transposição didática – seria o processo mais desconfortável para o cientista durante o ato de divulgar, acabando, por vezes, numa

minimização do potencial educacional dessas ações de divulgação. Restringindo visitas a laboratórios, por exemplo, a definições de conceitos e apresentação de máquinas (WATANABE e KAWAMURA, 2015).

Ainda segundo o levantamento das autoras em questão, as principais funções das ações de divulgação científica segundo os pesquisadores circundam em torno da prestação de contas para a sociedade e da expansão dos conhecimentos científicos obtidos. No entanto, a visão dos professores do ensino básico e as análises das autoras mostram como o potencial educacional de uma simples visita a um laboratório poderia ser mais amplo, uma vez que é possível: desmistificar ideias sobre o maquinário utilizado, promover a valorização da pesquisa nacional, apresentar a realidade cotidiana do trabalho científico, ressaltar a existência de diversos agentes na construção dos conhecimentos científicos, aprimorar conceitos aprendidos em sala de aula, permitir a relação entre conteúdos e suas aplicações na sociedade, ou seja, conectar teoria e prática, colaborar para a formação dos professores e prestigiar o trabalho científico reconhecendo sua capacidade de contribuir para o “bem estar” da sociedade (WATANABE e KAWAMURA, 2015).

Em síntese, a aproximação dos professores aos pesquisadores no planejamento de ações de divulgação científica traria ganhos ao aspecto social da divulgação científica, pois provocaria nos cientistas reflexões que – ao que parece – eles não fazem naturalmente acerca de seu trabalho. Promovendo assim a negociação entre agentes dos campos escolar e científico e o desenvolvimento de atividades que atendam as expectativas de ambos, promovendo um desvelamento do fazer científico e conduzindo reflexões sobre os saberes adquiridos no âmbito escolar, bem como promovendo ações de divulgação mais condizentes e compromissadas com o contexto escolar (WATANABE e KAWAMURA, 2015).

Watanabe e Kawamura (2015), propõe também diretrizes gerais para a aproximação entre academia e sociedade que vise promover ações que divulguem a ciência de maneira eficaz e significativa. Seus levantamentos teóricos e práticos se resumem em três dimensões norteadoras da construção de visitas a laboratórios ativos de pesquisa: o conhecimento científico, a produção da ciência e a ciência e a sociedade (Tabela 1).

Conhecimento científico	Produção da ciência	Ciência e Sociedade
- reconhecer os conhecimentos científicos associados às pesquisas do laboratório com o espaço curricular da escola; - saber delimitar os novos conhecimentos a serem apresentados de forma a não conduzir a compreensões equivocadas.	- explicitar os aspectos técnicos envolvidos no âmbito do trabalho científico; - demonstrar o papel coletivo do trabalho no laboratório científico; - apontar as diferentes relações sociais estabelecidas no espaço de produção da ciência.	- discutir as atividades desenvolvidas no laboratório e sua função na sociedade; - caracterizar o papel social do laboratório no âmbito da educação escolar; - apontar diferentes ações e relações do laboratório com o espaço social que o cerca.

Tabela 1 - Diferentes aportes para construção de ações de divulgação à laboratórios científicos
Fonte: Watanabe e Kawamura (2015, p.232)

4.2.3 A Alfabetização Científica

Segundo Chassot (2003, p. 91) a “alfabetização científica pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida”. Para ele a globalização mudou a realidade escolar, permitindo múltiplas entradas do mundo externo para a sala de aula, mas também diversas formas de exteriorização desta sala. E, apesar da escola não ter mudado por conta própria, ela foi mudada. Perdendo o papel de detentora do conhecimento, porém, para ele, ainda podendo ser o polo da disseminação de “informações privilegiadas”.

Para este autor, ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza e ser capaz de fazer uma leitura do universo. Sendo a alfabetização científica também responsável por contribuir para o controle e previsão de transformações que ocorrem na natureza e uma melhora na qualidade de vida (CHASSOT, 2003).

Chassot (2003) afirma ainda que a alfabetização científica não deve ser destinada apenas a aqueles que queiram seguir carreira nesta área, mas a todos, uma vez que a ciência tem compromissos com a sociedade – co-financiadora das pesquisas. Podendo, segundo ele, estar presente em todos os níveis de ensino, quando for possível a partir do ensino de ciências

“contribuir para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilidades da ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto as limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento” (CHASSOT, 2003, p.99).

Devendo sempre caracterizar a ciência não como detentora de certezas, mas como um conjunto de verdades transitórias ou aproximações facilitadoras que contribuem para entendermos a realidade e nos permitem realizar algumas generalizações (CHASSOT, 2003).

Sasseron e Carvalho (2011) mostram que há no âmbito do ensino de ciências o uso de diferentes expressões como “Letramento Científico”, “Alfabetização Científica” e “Enculturação Científica” para designar o ensino de Ciências que visa o domínio e uso dos conhecimentos científicos em diversas áreas da vida do cidadão. Lembrando que a expressão “Alfabetização Científica”, nesse caso, tem como base a alfabetização concebida por Paulo Freire como algo que vai além do domínio mecânico e psicológico de técnicas, promovendo uma formação que pode resultar num indivíduo capaz de interferir no seu contexto.

Sasseron e Carvalho (2011), fazem ainda uma contextualização histórica da Alfabetização Científica, afirmando que Francis Bacon, por volta de 1620, já afirmava que a preparação intelectual das pessoas se dava por meio de conhecimentos sobre as ciências. Passando por Thomas Jefferson que, em 1798, reivindicava o ensino de ciências nas escolas de todos os níveis nos Estados Unidos da América, bem como por Herbert Spencer que, em 1859, mostrava a necessidade daquilo que está inserido no cotidiano dos alunos fazer parte dos ensinamentos escolares. Começando o termo a ser definido por Pella e seus colaboradores em 1966. E sendo estabelecida a diferença entre “fazer ciência” e “usar a ciência”, por Hazen e Trefil em 1991, bem como salientando a necessidade de a população em geral conhecer os saberes científicos para serem trazidos avanços e consequências para sua vida.

Díaz, Alonso e Mas (2003 *apud* SASSERON e CARVALHO, 2011) consideram a Alfabetização Científica uma atividade gradual que acontece ao longo da vida e conecta-se ao contexto sociocultural do indivíduo. Defendendo a impossibilidade da definição de um modelo universal para a execução prática da alfabetização científica no âmbito escolar.

Sasseron e Carvalho (2011) concordam que promover a AC não é uma meta fácil e que não há uma receita para conseguir atingi-la. Entretanto, após levantar informações de diferentes autores, elencam uma série de habilidades a serem desenvolvidas ao longo desse processo. Segundo elas, são condições necessárias para um indivíduo ser alfabetizado cientificamente: saber ler e escrever; realizar a leitura de textos relacionados às ciências; conseguir interpretar e relacionar informações do texto com outras informações pré-existentes; conseguir relacionar conhecimento teóricos para tomar decisões no dia a dia; compreender que a sociedade controla as ciências e tecnologias; reconhecer os limites da ciência e a capacidade opressora que por vezes ela pode assumir; conhecer conceitos, hipóteses e teorias científicas e conseguir aplica-los; apreciar os ganhos intelectuais que a ciência permite; compreender que o conhecimento científico depende das pesquisas e dos conceitos teóricos existentes; conseguir distinguir resultados científicos de opiniões pessoais; reconhecer o caráter provisório da ciência; conhecer as fontes válidas de informações científicas e tecnológicas; compreender a produção científica e tecnológica ao longo da história; poder ver o mundo de maneira mais rica e interessante a partir dos conhecimentos obtidos; compreender as aplicações da tecnologia e as influências disso em nossa sociedade.

Lorenzetti e Delizoicov (2001 *apud* SASSERON e CARVALHO, 2011) propõe que a estas habilidades comecem a ser trabalhadas já nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Lemke (2006 *apud* SASSERON e CARVALHO, 2011) propõe objetivos diferentes para cada faixa etária. Segundo ele as crianças pequenas não devem abandonar o mistério e a curiosidade ao compreender, apreciar e valorizar o mundo natural. Os de idade intermediária devem desenvolver curiosidades mais específicas sobre o funcionamento das tecnologias e do mundo, adquirindo também conhecimento básico sobre a saúde humana. Enquanto os alunos de ensino médio devem ter potencialidades desenvolvidas para carreiras científicas e tecnológicas, bem como seu raciocínio lógico e o uso de múltiplas representações desenvolvidos. Além de se tornarem capazes de compreender as relações sociais da ciência e utilizar o ensino de ciências em suas decisões pessoais ou políticas de cunho médico ou tecnológico.

Mesmo não havendo um caminho determinado para ser realizada a AC é possível planejar o ensino de Ciências para trabalhar as habilidades supracitadas. Para tanto, as atividades devem permitir argumentações entre alunos e professores,

valorizar questionamentos, bem como discussões, levantamentos de hipóteses, momentos para justificar afirmações, reunir argumentos e conferir a consistência das explicações existentes (SASSERON e CARVALHO, 2011). Sendo listados por Lorenzetti e Delizoicov (2001 *apud* Sasseron e Carvalho, 2011) como possíveis tipos de atividades a serem realizados para tal fim: visitas a museus e teatros, leituras de revistas e jornais, pequenas excursões e saídas de campo, o uso do computador e da internet, aulas práticas e experimentais.

Por fim, Sasseron e Carvalho (2011) separam as habilidades listadas em três eixos estruturantes: 1. Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; 2. Compreensão da natureza, dos fatores éticos e políticos envolvidos na ciência; 3. Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente. Eixos estes que, segundo estas autoras, se forem respeitados e levados em consideração em propostas didáticas serão capazes de promover o início da Alfabetização Científica.

4.3 A TECNOLOGIA NO CONTEXTO ESCOLAR

As Tecnologias da Informação e da Comunicação vem mudando o comportamento das pessoas e a maneira delas interagirem entre si e com o mundo. E, para evitar que a escola sofresse uma forma de exclusão, a digital, documentos como as Diretrizes Curriculares nacionais, por exemplo, passaram a sugerir que novas tecnologias fossem processadas e incorporadas pelas instituições de ensino (BRASIL, 2013, p.167).

Estas sugestões surgiram simultaneamente a muitos debates de pesquisadores da área da Educação. Moacir Gadotti (2014, p.146), diretor do Instituto Paulo Freire, por exemplo, sinaliza que Paulo costumava dizer que existiam muitos meios de comunicação, mas pouca comunicação. Ou seja, uma vez que é inegável que já não podemos mais viver sem tecnologia, mais do que debater a necessidade da entrada desta em sala de aula, se tornou importante discutir como esse processo deveria ser feito para que não provocasse a substituição da interação humana – que

também é julgada de grande importância no ensino -, mas, ao mesmo tempo, pudesse contribuir para o processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Miranda (2007), o termo Tecnologia da Informação e da Comunicação (TIC) faz referência a união da tecnologia computacional com a tecnologia das telecomunicações - como no caso da internet, por exemplo. E quando estas são utilizadas com finalidades educacionais, a fim de melhorar a aprendizagem ou desenvolver ferramentas que a facilitem, as TIC passam a ser classificadas dentro das Tecnologias Educativas. Estas, por sua vez, seriam definidas como qualquer forma de tecnologia aplicada direta ou indiretamente nos processos educativos. Assim, estariam relacionadas e preocupadas com os avanços técnicos, recursos e determinantes da aprendizagem.

Na interpretação de Peixoto e Araújo (2012), o computador pode ser visto de duas diferentes maneiras quando relacionado com a educação: como recurso político-pedagógico e como recurso didático-pedagógico. Enquanto recurso político-pedagógico, o computador poderia ser visto a partir de diferentes ângulos. Seguindo as ideias de Lévy e Paulo Freire (*apud* PEIXOTO E ARAÚJO, 2012), seria uma ferramenta para garantir o estabelecimento de uma sociedade democrática, enquanto para Barreto, Belloni e Castells (*apud* PEIXOTO E ARAÚJO, 2012), poderia acentuar ainda mais as diferenças sociais, provocando a exclusão de uns, diante da instalação de uma sociedade tecnológica e tecnocrática. Já enquanto recurso didático-pedagógico a visão seria apenas otimista, por defender uma melhora na qualidade de ensino-aprendizagem a medida que promoveria a autonomia do aluno, proposta por Freire, e este seria o construtor do conhecimento, enquanto o professor atuaria como um mediador entre o estudante, o computador e o saber.

Peixoto e Araújo (2012), resumindo os pensamentos de Freire, Piaget e Vigotsky, mostram que para estes autores o uso do computador no ensino, além de promover autonomia e instigar a curiosidade e a participação do aluno, promovendo uma educação mais libertadora, permitiria o desenvolvimento cognitivo do aluno e contribuiria para o processo de formação da mente da criança. Uma vez que o meio teria um papel importante no desenvolvimento do indivíduo, se justificaria o uso de atividades colaborativas, cooperativas e interativas no ensino-aprendizagem.

No entanto, apesar da visão otimista oriunda do determinismo tecnológico, Miranda (2007) alerta que as tecnologias não conseguem efeitos “revolucionários” à nível cognitivo e educacional. E, às vezes, nem sequer surtem efeitos positivos. Isso

se dá devido à falta de recursos nas escolas somada ao mero acréscimo do uso de TIC ao planejamento usual do conteúdo. Uma vez que o professor não teve uma formação compatível a esta prática e se faz necessário um grande esforço de sua parte, para realizar reflexões e mudanças acerca de sua metodologia de ensino. Assim, segundo Clark (*apud* Miranda, 2007), os meios educativos não são capazes de influenciar o desempenho dos alunos por si só. É necessário que os professores realmente acreditem e se dediquem a desenvolver atividades desafiadoras e criativas para que surjam os efeitos positivos do uso da tecnologia na educação.

E para que seja uma aprendizagem efetiva, Miranda (2007) elenca uma série de fatores citados por outros autores que devem estar presentes no material a fim de exigir esforço dos alunos e os manter empenhados nas tarefas: manter um nível ótimo de incerteza (Bruner, 1999); estar na zona de desenvolvimento potencial (Vygotsky, 1991); não evitar a crise do pensamento (Van Hiele, 1986); não impor o estilo e estrutura do pensamento do professor durante o processo (Gagné, 1975) e o professor estimular o desenvolvimento de estratégias de aprendizagem e hábitos de estudo que promovam a autonomia do aluno, como a autocorreção, por exemplo (cf. Brown, 1987; Collins & Brown, 1988).

Ainda segundo Miranda (2007), professores e estudantes devem ser estimulados a estabelecer ou melhorar suas competências e conhecimentos computacionais, mas também deve ser desenvolvido, em especial nos alunos do ensino médio, análises críticas a respeito da evolução das tecnologias e suas aplicações. Para tanto, ela sugere que sejam levantadas algumas questões: a) quais conhecimentos e competências os alunos devem adquirir na escola e em qual etapa escolar? b) como estes conhecimentos e competências devem ser organizados e sequenciados? c) como deve ser feita a integração destes conhecimentos com o currículo escolar?

Levando em consideração todos os aspectos apresentados neste capítulo, este trabalho pretende contribuir para que o professor possa utilizar as TIC de maneira significativa em sua prática, pois mesmo que não haja tempo para que ele realize a tarefa do planejamento da atividade, nem a leitura de diferentes referências, ele poderá encontrar no portal materiais destinados ao seu aprofundamento teórico, bem como as sequências didáticas desenvolvidas de maneira problematizadora e propícia ao desenvolvimento da autonomia do aluno a partir da interação com seus colegas e seu professor.

Além disso, acredita-se que a disponibilização do material em formato digital e aberto, na língua portuguesa, facilitará o uso deste objeto educacional por alunos brasileiros. Trazendo questões mais próximas da realidade dos nossos estudantes e ao mesmo tempo de maneira flexível para que o professor possa adequar à realidade de sua classe.

Levando em consideração tudo o que acaba de ser apresentado e uma vez que, neste trabalho, julga-se que: o domínio de um determinado conhecimento é progressivo; considera-se importante levar em conta o conhecimento prévio do aluno; julga-se relevante a aprendizagem significativa dos conteúdos; acredita-se que as situações de ensino devem fazer sentido para o aluno e que este deve aprender a ser crítico; foi escolhida para fundamentar o objeto educacional desenvolvido a metodologia dos *Momentos Pedagógicos*, proposta por Demétrio Delizoicov e José André P. Angotti, e descrita em 1989, no livro *Metodologia do ensino de Ciências*.

4.4 A METODOLOGIA DOS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Segundo Delizoicov *et al.* (2011), autor desta metodologia e seus colaboradores, as teorias epistemológicas contemporâneas partem do pressuposto que o conhecimento tenha origem numa interação *não neutra entre o sujeito e o objeto*, ou seja, entre o aprendiz e aquilo que se quer aprender. Para eles, uma vez que é um ser humano, o aluno é dotado de capacidade de aprender e esta capacidade depende da qualidade das interações que este exerce com o meio físico e social durante a formação de seus padrões de comportamento e linguagem. Sendo assim, para eles é fundamental

que a atuação docente dedique-se – e, em muitas situações, seja desafiada – a planejar e organizar a atividade de aprendizagem do aluno mediante interações adequadas, de modo que lhe possibilite a apropriação de conhecimentos científicos, considerando tanto seu produto – isto é, conceitos, modelos, teorias – quanto a dimensão processual de sua produção. (DELIZOICOV *et al.*, 2011, p.184).

Partindo desse pressuposto, Angotti e Delizoicov, sob influência da pesquisa de outros autores, desenvolveram a metodologia dos Momentos Pedagógicos - propondo assim uma alternativa para a atuação do docente que quer estabelecer boas interações em sua sala de aula. Uma dessas influências, senão a principal delas, é a busca de *temas geradores* obtidos a partir da análise das relações do homem com o mundo, proposta por Paulo Freire, mas também – segundo Delizoicov *et al.* (2011) - por George Snyders.

Freire (1987), acreditava que para se fazer entender o educador e o político deveriam conhecer a realidade do povo, sua linguagem e seu pensar. Senão falariam e não seriam entendidos. E para que a comunicação fosse eficiente, deveria ser buscado o *universo temático* ou os *temas geradores* dos educandos em questão. Temas estes que devem ter a capacidade de se desdobrar em diversos outros e que podem ser mais gerais ou particulares, atuando como um ponto de partida de um processo educacional e possibilitando o fluxo dialógico da informação.

No caso da metodologia dos Momentos Pedagógicos estes temas seriam *objetos do conhecimento* e deveriam ser compreendidos ao longo do processo educativo, rompendo com a tradicional estruturação do ensino e de materiais didáticos - a partir do que aqueles autores chamam de conceituação científica – e passando os conceitos a serem subordinados às temáticas (DELIZOICOV *et al.*, 2011).

Uma vez que a base teórica dos *temas geradores* é a pedagogia de Paulo Freire, Angotti (2015) apresenta também como princípios básicos desta metodologia: a prática dialógica como essência; uma visão abrangente da realidade; a discussão no coletivo; uma postura crítica do educador (professor-problematizador) e a ruptura do conhecimento ancorado no senso comum - contribuição de Snyders.

Com relação a esta contribuição, Delizoicov *et al.* (2011) afirma que Snyders propõe uma abordagem temática capaz de promover rupturas entre a *cultura primeira* (o conhecimento do senso comum) do aluno e a *cultura elaborada* (teorias científicas) estabelecida ao longo da formação deste. A cultura primeira seria aquela que permite a interpretação dos temas e que, segundo os autores precisa ser transformada durante o processo de apropriação da cultura elaborada.

De outra maneira, mas com o mesmo sentido, o descrito acima concorda com as ideias propostas por Ausubel, uma vez que também considera-se como fator determinante da aprendizagem aquilo que o aluno já sabe e o professor responsável

por diagnosticar esses conhecimentos e ensinar de acordo. No processo de aprendizagem proposto por Ausubel, esse conhecimento pré-existente interage com as novas informações, integrando esse material e modificando-se, simultaneamente, num processo de *ancoragem*. Ou seja, novas informações podem ser aprendidas e retidas se os conceitos mais importantes estiverem claros, estáveis, diferenciados e disponíveis em meio ao conhecimento do indivíduo (AUSUBEL, 1980).

Cabe agora, apresentar de que maneira os momentos pedagógicos abordam os temas geradores e discutir cada um desses momentos de maneira um pouco mais detalhada.

Segundo Delizoicov *et al.* (2011), a metodologia dos *Momentos Pedagógicos* é subdividida em três momentos com funções diferentes e específicas: a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento. Cujas atribuições estão descritas na tabela abaixo:

MOMENTO	OBJETIVOS
Problematização inicial	Apresentar situações reais de conhecimento dos alunos, para problematizar determinado tema e promover a discussão e o surgimento de dúvidas sobre o assunto – fazendo com que o aluno queira adquirir conhecimentos que ainda não possui – uma vez que o professor já selecionou o tema a ser abordado e o instiga com este fim;
Organização do conhecimento	Estudo dos conhecimentos selecionados como essenciais para a compreensão e resolução dos problemas iniciais. Para isso podem ser utilizadas diferentes atividades selecionadas e aplicadas sistematicamente pelo professor, desde que estas promovam a aquisição dos conceitos fundamentais ao entendimento do tema estudado.
Aplicação do conhecimento	Obter a generalização da conceituação até então obtida e a resolução dos problemas iniciais bem como de outras questões que surgiram no processo. Além de capacitar o aluno para que ele seja capaz de articular a conceituação científica às situações reais, rotineiramente.

Tabela 2 - Os três momentos pedagógicos e seus objetivos.

Fonte: A autora (2015).

4.4.1 Problematização Inicial

A problematização seria o primeiro momento pedagógico. Aquele responsável pelo levantamento do conhecimento prévio dos alunos e pela troca de significados e interpretações por parte de alunos e professores.

Segundo Fiori (1987), a ideia do professor problematizador é abordada por Paulo Freire, em *Pedagogia do Oprimido*, como um método de conscientização do cidadão, através do qual o homem tem a oportunidade de se redescobrir a medida em que vai refletindo e descobrindo o mundo.

Para Freire (1987), a educação problematizadora é libertadora, pois não permite ao aluno que esteja posicionado enquanto ouvinte, oprimido, que apenas escuta e aceita como verdade as informações fornecidas, depositadas pelo professor num processo que ele chama de “educação bancária”. Pelo contrário, a educação problematizadora valoriza a dialogicidade e recrimina a transmissão do conhecimento, quando esta é feita sem que haja reconhecimento da condição dialógica e o “educador se considera o exclusivo educador do educando” (FREIRE, 1992, p.61).

Segundo Cordenosi *et al* (2008), para ocorrer o verdadeiro diálogo, proposto por Paulo Freire, é preciso uma ação colaborativa que não trata somente de uma simples troca de ideias, mas de uma reflexão conjunta, onde professores e alunos respeitam as vivências de cada uma das partes e o professor não impõe seus conceitos, mas sim promove o surgimento de tal consciência e criticidade em seus alunos.

Esse diálogo começaria na busca do conteúdo programático, onde o professor problematizador deveria não apenas escolher um conjunto de informações que seriam depositadas no aluno, mas sim devolver de “maneira organizada, sistematizada e acrescentada” os tópicos que o próprio aprendiz o entregou de maneira desestruturada (MOREIRA, 2011).

Porém, esta prática só é possível quando se supera a contradição entre educador e educando e surgem então dois novos sujeitos nesse enredo: o educador-educando e o educando-educador. Assim, ninguém educa ninguém, nem ninguém se educa sozinho. “Os homens se educam em comunhão, mediatizados pelo mundo” (FREIRE, 1987, p.39).

Em relação a este mesmo ato de problematizar, Bachelard (*apud* DELIZOICOV *et al.*, 2011) coloca as questões como caráter básico do conhecimento científico quando determina que todo conhecimento existe por consistir numa resposta à uma determinada questão. Acrescentando ainda que para apropriar-se de um conhecimento científico um aprendiz precisa superar “obstáculos epistemológicos”, resistências do pensamento que surgem no processo de aprendizagem. E que cabe ao professor dar devida importância a essas resistências, apreendendo exatamente o

conhecimento inicial do aluno para então ressaltar as contradições, localizar as limitações, desestruturar as explicações do senso comum através de problematizações e promover a compreensão do conhecimento científico.

Dito isso ficam claras as influências de Bachelard e, principalmente, Paulo Freire na metodologia dos Momentos Pedagógicos. Uma vez que, Delizoicov *et al.* (2011), propõe que este primeiro momento seja organizado de maneira a desafiar os alunos a expor o que estão pensando de situações reais, que eles conhecem, presenciam e estão sendo rerepresentadas naquele momento. O professor então conhece e compreende a posição dos alunos, discute em pequenos grupos e depois explora as posições de toda a classe. Com uma função que eles chamam de “coordenadora” o professor questiona posicionamentos, fomentando a discussão e lançando dúvidas sobre o assunto. Assim, ele pode localizar as limitações – como proposto pelos autores acima descritos - e provocar nos alunos a necessidade de adquirir novos conhecimentos para resolver o, até então, problema apresentado e as novas questões que surgiram nesse processo.

Desta maneira reforça-se a necessidade de o professor apreender o significado e a interpretação dos temas por parte dos alunos, para que possa problematizá-lo corretamente, porém há também necessidade do aluno apreender os significados que o professor detém. E para que isso aconteça, as situações significativas - aquelas situações-problema que, além de despertar a curiosidade do aluno, “surgem como manifestações das contradições envolvidas nos temas” desafiando o aluno no processo de aprendizado e na transformação de situações problematizadoras - precisam estar presentes (DELIZOICOV *et al.*, 2011).

4.4.2 Organização do conhecimento

O segundo momento pedagógico trata-se da aplicação de atividades que favorecem o desenvolvimento de conceitos importantes para a aprendizagem dos temas geradores. Podendo contar com diversos tipos de atividades, cujos objetivos sejam fornecer ao aluno condições de desenvolver, sob orientação do professor, os conceitos básicos identificados como fundamentais para compreender cientificamente aquelas situações problematizadas. (DELIZOICOV *et al.*, 2011).

Esse momento é coerente com as teorias da aprendizagem apresentadas anteriormente pois defende que a aprendizagem só irá acontecer de fato se os conceitos básicos estiverem bem definidos e claros na mente do aprendiz.

Nesta etapa, Delizoicov *et al.*, (2011), mostram a importância que os exercícios e problemas propostos por livros didáticos, por exemplo, tem na formação do aluno. No entanto, relembram o cuidado que o professor deve ter para não utilizar apenas estas ferramentas, uma vez que esta seria apenas uma etapa intermediária do processo de aprendizado, como já foi dito anteriormente. Assim, esta metodologia prevê a utilização de diferentes atividades para que seja feita a organização do conhecimento.

4.4.3 Aplicação do conhecimento

Esta seria a última etapa proposta por Angotti e Delizoicov na metodologia dos momentos pedagógicos e consiste na generalização dos conceitos que estão em processo de construção. Assim como na etapa anterior, podem ser utilizadas atividades diferenciadas, desde que o objetivo destas seja proporcionar ao aluno diferentes aplicações do conhecimento em questão – envolvendo os problemas iniciais que ficaram em aberto, mas também outros aspectos e abordagens que podem ser adicionados ao processo de ensino-aprendizagem por necessitarem dos mesmos conceitos científicos (DELIZOICOV *et al.*, 2011).

Este momento seria importante para evitar a “simulação da aprendizagem significativa” que, segundo Moreira (2011), acontece quando alunos obtêm certa experiência em realizar provas e exercícios, e acabam se habituando a memorizar definições, fórmulas, causas, exemplos, explicações e maneiras de resolver “problemas típicos”.

Nesse caso, já que são formuladas questões e problemas de maneira nova e não familiar ao aluno, só terão êxito aqueles que conseguirem transformar o conteúdo adquirido a ponto de conseguir aplicar naquele contexto. E isso só seria possível caso o aluno houvesse realmente aprendido o significado daqueles conceitos científicos de maneira significativa.

4.5 A ESCOLHA DO CONTEÚDO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2000a), preveem que a disciplina de biologia trabalhe ao longo do ensino médio conteúdos que possam se tornar úteis à futuros profissionais da área da saúde. Além disso, propõe que em conjunto com as demais Ciências da Natureza, atue de maneira a promover no aluno a curiosidade, a capacidade de indagar e descobrir os mistérios da natureza e compreenda o significado da ciência e da tecnologia, bem como o papel do homem enquanto responsável por questões éticas, políticas e sociais. Sendo capaz de garantir ao indivíduo que se aproprie de conhecimentos científicos a ponto de compreender e explicar o mundo natural, bem como avaliar, – e se preciso for - planejar e executar ações que interfiram em eventos naturais.

O PCN+, documento complementar ao citado acima, por sua vez, solicita que a disciplina de biologia atue de maneira interdisciplinar com as demais ciências, promovendo no âmbito escolar o desenvolvimento de uma visão atualizada do mundo, indo além da ideia meramente utilitária do conhecimento e possibilitando a compreensão mínima das técnicas e princípios científicos. Pois só depois que o aluno possa compreender o que acontece no mundo microscópico é que ele poderá avaliar e julgar questões éticas e biotecnológicas, como a clonagem, por exemplo. Desta maneira este documento responsabiliza a biologia por possibilitar o subsídio de julgamentos de questões polêmicas que envolvam o desenvolvimento humano, o uso de recursos naturais e a manipulação de DNA (BRASIL, 2000b).

Em relação ao ensino desta ciência, o documento solicita que vá além da memorização de conceitos científicos, apresentando também problemas a serem resolvidos. Desenvolvendo a curiosidade e o gosto de aprender, praticando questionamentos, investigações e descobertas, mas também “permitindo a compreensão da dimensão histórico-filosófica da produção científica e o caráter da verdade científica” (BRASIL, 2000b, p.16).

Sugere ainda que a tecnologia seja vista como resultado de um processo intencional e provocado pelo ser humano. E que ao trabalhar determinados conteúdos como a embriologia e o funcionamento de órgãos, estruturas e sistemas, bem como as demais funções básicas do metabolismo seja focada a espécie humana.

Promovendo, além da compreensão desses processos e eventos biológicos, o apreço pelo nosso organismo e o respeito pelo próprio corpo e também ao dos outros. Para tanto, propõe que a biologia celular seja trabalhada em diversos momentos e em diferentes níveis de profundidade de acordo com aquilo que se deseja discutir. Citando que no ensino de Biologia

é essencial o desenvolvimento de posturas e valores pertinentes às relações entre os seres humanos, entre eles e o meio, entre o ser humano e o conhecimento, contribuindo para uma educação que formará indivíduos sensíveis e solidários, cidadãos conscientes dos processos e regularidades de mundo e da vida, capazes assim de realizar ações práticas, de fazer julgamentos e de tomar decisões (BRASIL, 2000b, p.19).

Revelando ainda a impossibilidade de trabalhar todo o conteúdo de que se tem conhecimento dentro do Ensino Médio e elencando prioridades dentro do processo de ensino-aprendizagem:

Não é possível tratar, no Ensino Médio, de todo o conhecimento biológico ou de todo o conhecimento tecnológico a ele associado. Mais importante é tratar esses conhecimentos de forma contextualizada, revelando como e por que foram produzidos, em que época, apresentando a história da Biologia como um movimento não linear e freqüentemente contraditório. Mais do que fornecer informações, é fundamental que o ensino de Biologia se volte ao desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso, enfim compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia (BRASIL, 2000b, p.19).

Partindo da análise deste documento, poderiam ser selecionados diversos conteúdos da disciplina de biologia. Entre eles podemos citar a evolução, a fisiologia humana, a ecologia, a genética. Mas levando em consideração a necessidade de divulgar a ciência e a possibilidade de parceria com uma grande instituição de pesquisa, bem como os interesses e opiniões que os alunos demonstram no cotidiano escolar foram selecionados como conteúdos centrais a embriologia, a biotecnologia e conceitos introdutórios da genética. Sendo determinado como tema gerador principal as “células-tronco” e como temas para discussão a bioética, a biotecnologia, a definição do “cientista” enquanto profissional e os ambientes de pesquisa científica.

4.5.1 Células-tronco

Uma célula é a menor unidade morfofisiológica autoreprodutiva de um ser-vivo, ou seja, a menor unidade funcional considerada matéria-viva e capaz de dar forma ao organismo ao mesmo tempo em que permite que o ser vivo realize suas funções vitais e consegue se reproduzir sozinha (ALBERTS *et al*, 2004).

Apesar de serem bastante diferentes externamente, os mecanismos internos de uma célula são muito parecidos. Todas elas possuem a capacidade de guardar a informação hereditária através do ácido desoxirribonucleico (ADN, conhecido popularmente como DNA); todas conseguem replicar seu DNA e possuem como material genético intermediário o RNA; todas conseguem produzir proteínas e utilizá-las também como catalisadores; consomem energia na forma de ATP (trifosfato de adenosina) e são envoltas por uma membrana plasmática (ALBERTS *et al*, 2004).

Uma célula-tronco é aquela célula capaz de se multiplicar e formar novas células-tronco, bem como diferentes tipos celulares. Apresentando, assim, capacidade de autorrenovação e diferenciação (NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH, 2001 *apud* AGUIAR, 2011).

As células-tronco podem ser classificadas de acordo com sua capacidade de diferenciação em totipotentes, pluripotentes ou multipotentes. As células-tronco totipotentes – presentes no zigoto - são aquelas que podem dar origem a qualquer tipo celular, podendo formar inclusive os anexos embrionários. As células-tronco pluripotentes são capazes de originar células derivadas da endoderme, da mesoderme e da ectoderme, mas não podem formar células dos anexos embrionários. As células tronco pluripotentes são extraídas da massa celular interna de um embrião na fase de blastocisto ou podem ser produzidas a partir da indução de células-tronco adultas (NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH, 2001 *apud* AGUIAR, 2011).

Já as células-tronco adultas ou somáticas, que podem ser encontradas em diversos tipos de tecidos do corpo humano, apresentam uma capacidade mais restrita de diferenciação (ALBERTS, 2013), sendo consideradas multipotentes por poder formar vários tipos de células dentro de uma certa linhagem, por exemplo, diferenciando-se em células derivadas de um único folheto embrionário.

As células-tronco podem ser encontradas em estruturas como: cordão umbilical, tecido adiposo, cérebro, fígado, sangue, pele, coração e diversos outros. E podem levar a uma melhora da qualidade de vida humana através de pesquisas científicas de biologia básica em torno da diferenciação celular, desenvolvimento embrionário, câncer entre outros. Aumentando assim as chances das finalidades terapêuticas se tornarem uma realidade no Brasil e no mundo e talvez substituir até mesmo transplantes de coração e fígado, por exemplo (PEREIRA, 2008).

Apesar das expectativas e promessas em torno do uso destas células, ainda há muita polêmica envolvida nesse assunto, especialmente quando se trata do uso de células-tronco embrionárias, que envolve um contexto cultural e religioso por trás do conceito de vida e da destruição de um embrião, mais especificamente de um blastocisto, um embrião de menos de cinco dias e não implantado no útero (PEREIRA, 2008).

Se por um lado parte da sociedade é contrária às pesquisas com células-tronco embrionárias, por outro lado no Brasil o uso do embrião humano foi regulamentado pela Lei de Biossegurança (Lei 11.105), de 24 de março de 2005. Desde que estes embriões sejam obtidos através de técnicas de fertilização *in vitro* e sejam inviáveis ou estejam congelados há mais de três anos.

A escolha deste conteúdo é interessante, pois, além de propiciar a divulgação científica e favorecer a atualização de alunos e professores, através de informações recém-descobertas pela ciência e que, provavelmente, permanecerão na mídia por alguns anos, sendo alvo de atuais e futuras discussões políticas, religiosas e ética, abordar este conteúdo por meio da metodologia dos Momentos Pedagógicos torna possível atender as preocupações deste trabalho com o processo de ensino-aprendizagem e a formação de cidadãos.

Em sala de aula, é possível que este tema seja desdobrado em diversos outros, permitindo que sejam abordados conteúdos da disciplina de biologia tais como: biologia celular, embriologia, biotecnologia, bioética e genética de maneira contextualizada e capaz de desenvolver a criticidade do aluno, bem como diversas outras competências básicas propostas pelos PCN (BRASIL, 2000B, p.21) para a disciplina de biologia:

- Descrever processos e características do ambiente ou de seres vivos, observados em microscópio ou a olho nu.
- Perceber e utilizar os códigos intrínsecos da Biologia.
- Apresentar suposições e hipóteses acerca dos fenômenos biológicos em estudo.
- Conhecer diferentes formas de obter informações (observação, experimento, leitura de texto e imagem, entrevista), selecionando aquelas pertinentes ao tema biológico em estudo.
- Expressar dúvidas, ideias e conclusões acerca dos fenômenos biológicos.
- Relacionar fenômenos, fatos, processos e ideias em Biologia, elaborando conceitos, identificando regularidades e diferenças, construindo generalizações.
- Estabelecer relações entre parte e todo de um fenômeno ou processo biológico.
- Utilizar noções e conceitos da Biologia em novas situações de aprendizado (existencial ou escolar).
- Relacionar o conhecimento das diversas disciplinas para o entendimento de fatos ou processos biológicos (lógica externa).
- Reconhecer o ser humano como agente e paciente de transformações intencionais por ele produzidas no seu ambiente.
- Julgar ações de intervenção, identificando aquelas que visam à preservação e à implementação da saúde individual, coletiva e do ambiente.
- Identificar as relações entre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico, considerando a preservação da vida, as condições de vida e as concepções de desenvolvimento sustentável.

Quadro 2 - Competências básicas atendidas pelo material em desenvolvimento.

Fonte: A autora (2015).

4.5.2 O laboratório

O Instituto Carlos Chagas (ICC/Fiocruz) é uma importante unidade técnico-científica do Paraná. Associado ao Ministério da Saúde como unidade regional da Fiocruz, atua no desenvolvimento social, na produção e propagação do conhecimento científico e tecnológico para assim atuar de acordo com as prioridades do Sistema

Único de Saúde (SUS). Fazem parte das atividades desta instituição a prestação de serviços hospitalares, a fabricação de medicamentos, insumos para diagnósticos, fabricação de vacinas, ensino e formação de profissionais da área e implementação de programas sociais (INSTITUTO, 2015).

Além de outros sete laboratórios que trabalham com parasitas, vírus, expressão gênica, genômica e proteômica, entre outros temas, está localizada na unidade da Cidade Industrial de Curitiba o Laboratório de Biologia Básica de Células-tronco (LABCET), fundado em 2008. Cujas pesquisas giram em torno da proliferação e diferenciação celular, em especial da regulação da expressão gênica que determina esses processos. Utilizando principalmente células-tronco adultas humanas de diferentes origens (LABCET, 2015). Em conjunto com este laboratório, será desenvolvida a maior parte do material didático deste trabalho.

Ao estabelecer esta parceria, visa-se expor as tecnologias e pesquisas brasileiras, valorizando a pesquisa nacional e divulgando certos entraves e limitações. Tentando passar assim uma imagem realista do que é ser um cientista no Brasil e qual é o contexto que vivenciam os laboratórios de pesquisa nacionais, incentivando a formação de mais cientistas, porém com a cautela de divulgar informações verídicas, popularizando a ciência como sugere o CNPq:

Bem-estar, segurança e sobrevivência são objetivos a serem perseguidos pelo desenvolvimento científico e tecnológico para toda a humanidade. Porém, para que essa dimensão se concretize, é preciso que os resultados científicos e tecnológicos sejam divulgados para além da academia e alcancem a sociedade, realizando, assim, a popularização da ciência. Nesse sentido, a pesquisa científica e tecnológica deverá ouvir mais a sociedade e, por outro lado, a sociedade deverá acompanhar mais esse desenvolvimento, por meio da sua divulgação para um público amplo. Para isso, a formação escolar deverá desenvolver hábitos mentais e atitudes que atendam ao indivíduo nas suas necessidades formativas e informativas, para que ele se torne efetivamente um cidadão consciente de seus direitos e deveres e capaz de exercer a democracia, lidando com o diferente e o antagônico.

5 METODOLOGIA

Com a influência das teorias de aprendizagem discutidas no capítulo anterior, porém seguindo prioritariamente a metodologia dos momentos pedagógicos, foi elaborado um material didático que visa o ensino-aprendizagem de conceitos básicos de biologia a partir de temas relacionados às pesquisas do Instituto Carlos Chagas.

Em síntese, as células-tronco foram utilizadas como tema gerador para o desenvolvimento de objetos educacionais voltados ao ensino-aprendizagem de conteúdos da biologia, pertencentes ao ensino médio, enquanto a expressão gênica, a bioética e outros processos biotecnológicos, bem como o papel do cientista na sociedade e outros tópicos foram relacionados a este tema gerador para fundamentar e enriquecer discussões e atividades.

Desta forma, sendo elaboradas três sequências didáticas: a primeira sobre embriologia, a segunda sobre bioética e biotecnologia e a terceira sobre expressão gênica.

5.1 O PORTAL

Todo o material produzido foi disponibilizado através de um portal intitulado “O que a ciência sabe” (Figura 1). Além das sequências didáticas, este portal contém *links* interessantes, tais como reportagens, entrevistas, vídeos e outros meios para que os alunos e professores consigam informações complementares a respeito das células-tronco, da doação de medula óssea, da bioética, da expressão gênica e do trabalho de pesquisadores científicos, bem como das instituições de pesquisa, técnicos de laboratório e demais envolvidos.

O que a ciência sabe

& nós ainda não sabemos?

Início Temas Professores Material digital

Células-tronco
Doação de Medula
Bioética
Ser cientista
Por trás da ciência
As instituições de pesquisa

Conheça melhor a ciência que é feita no Brasil

Vá ao site oficial do Instituto Cordeiro de Oliveira

Baixe nossas atividades!

PROFESSOR: Utilize nosso conteúdo em suas aulas! Baixe atividades e seqüências didáticas prontas e aproveite para fazer divulgação científica em sua escola.

Tudo o material disponível em nosso site foi preparado para facilitar aos professores, ao mesmo tempo em que permite a aplicação das descobertas das Ciências Biológicas. Aqui você encontra atividades, conteúdos e conteúdos disponíveis para serem aplicados.

Selecione

Realize conteúdos

Você quer ser cientista?

Se você é estudante ou profissional, saiba que há muitas oportunidades em nossa área. Desde a área de pesquisa, passando pela produção de conteúdo, passando pela divulgação científica, há muitas possibilidades para quem deseja atuar na área.

Selecione

O que é a bioética?

A bioética é uma área que busca compreender os aspectos éticos e morais das práticas científicas e médicas. Ela busca garantir que o conhecimento científico seja aplicado de forma responsável e que os direitos dos seres humanos sejam respeitados.

Selecione

Nós, brasileiros, somos bons pesquisadores?

Por que os brasileiros não são mais reconhecidos como bons pesquisadores? Vamos descobrir a resposta para essa pergunta. Saiba por que é importante a divulgação científica.

Selecione

Descubra vídeos, sites e revistas científicas!

Após de produzir este conteúdo, o Instituto Cordeiro de Oliveira disponibiliza o conteúdo em nosso site e também em nosso canal de YouTube. Saiba mais sobre o conteúdo em nosso site.

Selecione

Conecte-se conosco

Nome

E-mail

Telefone

Enviar

© 2015 Instituto Cordeiro de Oliveira

Este site é uma criação do Instituto Cordeiro de Oliveira. Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial deste site sem a autorização expressa do Instituto Cordeiro de Oliveira.

CC BY-NC-SA

Figura 1 – Layout da página inicial do portal “O que a ciência sabe”.

Fonte: A autora (2015).

Disponível em: <<http://deboracristinacest.wixsite.com/oquecienciasabe>>.

Este portal conta com uma área destinada exclusivamente aos professores (Figura 2), com materiais *online*, para *download* e sugestões de outros recursos para uso em sala de aula.



Figura 2 - Área destinada aos professores

Fonte: A autora (2015).

Disponível em: <<http://deboracristinacest.wixsite.com/oqueacenciasabe/links-interessantes-cdmj>>.

Neste espaço, há também informações sobre a metodologia adotada nas sequências didáticas e o passo-a-passo para a utilização do material disponibilizado (Figura 3).



Figura 3 – Informações para uso das sequências didáticas

Fonte: A Autora (2016)

Disponível em: <<http://deboracristinacest.wixsite.com/oqueacenciasabe/para-usar-em-sala-de-aula>>.

E, principalmente, os objetos educacionais desenvolvidos nesse projeto – em versões *online* e para *download* -, bem como seus gabaritos e recomendações de uso (Figura 4).

The image shows a website interface with a yellow header and navigation tabs. The main content area is titled "DOWNLOAD X MATERIAL DIGITAL" and includes a sub-section for "EMBRIOLOGIA" with a list of five activities. A red callout bubble on the right says "PROFESSOR entre em contato conosco, cadastre-se e tenha acesso aos gabaritos e conteúdos exclusivos!!!". At the bottom, there are icons for "Download", "Professor", and "Digital".

Figura 4 – Informações para uso das sequências didáticas

Fonte: A Autora (2016)

Disponível em: <<http://deboracristinacest.wixsite.com/oqueacenciasabe/gabaritos-e-dicas>>.

5.2 RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS

O portal e as sequências didáticas produzidas ao longo deste trabalho podem ser classificados como Recursos Educacionais Abertos (REA), uma vez que obedecem às determinações feitas no Fórum de 2002 da UNESCO que definem como REA

“os materiais de ensino, aprendizagem e investigação em quaisquer suportes, digitais ou outros, que se situem no domínio público ou que tenham sido divulgados sob licença aberta que permite acesso, uso, adaptação e redistribuição gratuitos por terceiros, mediante nenhuma restrição ou poucas restrições.” (EDUCAÇÃO ABERTA, 2015).

A produção de um REA obedece um ciclo com cinco etapas: o professor que deseja ensinar algo deve encontrar ferramentas e recursos que atendam sua necessidade; criar um novo recurso ou combinar diferentes recursos encontrados; adaptar o material realizando inclusões, melhoramentos, correções, contextualizando ou complementando-o de alguma forma; usar o recurso para fins didáticos ou pedagógicos; compartilhar este recurso com a comunidade para que o ciclo possa recomeçar (EDUCAÇÃO ABERTA, 2015).

Nesse trabalho, em específico, os materiais desenvolvidos são licenciados por um Licença *Creative Commons* que permite o uso não-comercial e compartilhamento do conteúdo, desde que sob a mesma licença 4.0 Brasil (Figura 5), exigindo apenas a indicação da autoria e propriedade intelectual, bem como a descrição de possíveis mudanças que tenham sido realizadas a partir do conteúdo original (CREATIVE COMMONS, 2015).



Figura 5 - Selo da Licença 4.0
Fonte: CREATIVE COMMONS (2015)

Sendo assim, o portal e as sequências didáticas poderão ser utilizados, modificados e redistribuídos por professores e alunos, desde que estes não cobrem taxas pelo uso deste material, seus fragmentos e adaptações e também permitam que outras pessoas utilizem e compartilhem os materiais derivados desenvolvidos por eles.

5.3 AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Ao longo deste trabalho foram desenvolvidas três sequências didáticas destinadas ao ensino médio, para que o professor aborde conteúdos da disciplina de biologia – embriologia, expressão gênica, biotecnologia e bioética – a partir das células-tronco como tema gerador.

Estes objetos permitem a abordagem dos três momentos pedagógicos em sala de aula, sendo estruturados através de uma sequência base: problematização, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Os assuntos a serem abordados serão distribuídos ao longo das sequências didáticas (Tabela 3) da seguinte maneira:

	EMBRIOLOGIA	BIOÉTICA E BIOTECNOLOGIA	EXPRESSÃO GÊNICA
1º MOMENTO PEDAGÓGICO (Problematização inicial)	ATIVIDADE 1: A polêmica do uso de células-tronco embrionárias em pesquisas (debate).	ATIVIDADE 1: A bioética e a sociedade: o uso de animais em laboratório (pesquisa e debate).	ATIVIDADE 1: Terapia celular (interpretação, reflexão e construção de hipótese)
2º MOMENTO PEDAGÓGICO (Organização do conhecimento)	ATIVIDADE 2: Tipos de ovos e segmentação (modelagem de embriões).	ATIVIDADE 2: Aplicações da bioética (levantamento de dados e construção de tabela).	ATIVIDADE 2: Expressão gênica (modelagem e estudo dirigido).
	ATIVIDADE 3: Gástrula e nêurula (modelagem de embriões).	ATIVIDADE 3: A bioética e a biotecnologia (questões de ENEM e vestibular).	ATIVIDADE 3: Ácidos nucleicos e síntese de proteínas (questões de enem e vestibular).
3º MOMENTO PEDAGÓGICO (Aplicação do conhecimento)	ATIVIDADE 4: Células-tronco e a embriologia (questões de ENEM e vestibular).	ATIVIDADE 4: A bioética e a biotecnologia aplicadas na saúde humana (identificação de etapas processos biotecnológicos).	ATIVIDADE 4: Técnicas de PCR e eletroforese (metodologia e aplicações).
	ATIVIDADE 5: O uso de células-tronco (júri simulado).		

Tabela 3 – Organização das sequências didáticas
Fonte: A autora (2016).

5.3.1 Embriologia

Durante o desenvolvimento dos organismos multicelulares todas as células de um indivíduo se formam a partir de uma única célula gerada devido à fecundação. Esta célula ovo, também conhecida como zigoto, sofre diversas mudanças durante a formação de um embrião e todos esses estágios de desenvolvimento embrionário são estudados pela embriologia (WOLPERT, 2000).

Compreender o processo de formação de um embrião é importante para que seja feito o diagnóstico de doenças, a reprodução *in vitro* (tanto de animais de interesse comercial quanto de seres humanos), compreender a diferenciação celular, entre outros motivos. As células-tronco por serem células capazes de se diferenciar em diferentes tipos celulares tem muito em comum com os embriões e inclusive podem ser extraídas destes.

O uso de células-tronco embrionárias pode se tornar muito polêmico em nossa sociedade principalmente por questões culturais, éticas e religiosas, e esta polêmica pode prejudicar inclusive o uso de células-tronco adultas caso a população não esteja corretamente informada. O que poderia impedir o avanço em pesquisas científicas que prometem nos trazer tratamentos e curas para diferentes tipos de doenças.

Pensando em divulgar o conhecimento correto e permitir ao indivíduo seu desenvolvimento cognitivo a partir de bases científicas, a primeira sequência didática desenvolvida a partir do tema gerador “células-tronco” aborda o conteúdo “embriologia” através de cinco atividades (Figura 6).



Figura 6 – Atividades da sequência de embriologia.

Fonte: A autora (2015).

Disponível em: <<http://deboracristinacest.wixsite.com/oqueacienciasabe/gabaritos-e-dicas>>.

Nesta sequência, dentro dos três momentos pedagógicos, faz parte da problematização a atividade n.º 01, da organização do conhecimento as atividades n.º 02, 03 e 04 e da aplicação do conhecimento a atividade n.º 05. Todas elas já se encontram disponíveis no *site*, assim, não serão apresentados todos os *layouts*, vídeos e demais mídias aqui, mas discutiremos seu conteúdo.

A primeira atividade (Figura 7) realiza a problematização inicial justamente a partir da polêmica apresentada anteriormente. É apresentado ao aluno a existência de diferentes opiniões acerca das pesquisas com células-tronco embrionárias, sendo enfatizadas as opiniões da igreja católica – através de declarações feitas pelo papa, da igreja adventista do sétimo dia e da legislação brasileira. Em seguida os alunos são convidados a discutir em pequenos grupos sobre questões que permitirão aos alunos apresentar seu conhecimento prévio sobre o assunto e as influências de sua cultura primeira nesses posicionamentos.

A polêmica em torno das pesquisas com células-tronco
 O que pensam líderes políticos e religiosos?

Segundo Patrícia Shiginov¹, pesquisadora do Instituto Carlos Chagas, o uso de células-tronco (principalmente das células-tronco de origem embrionária) em pesquisas pode se tornar polémico por gerar um problema ético, mais cultural e religioso do que propriamente científico.

Desta maneira, líderes políticos e religiosos, entre outros personagens da sociedade, tendem a emitir publicamente sua opinião sobre o assunto.

Como é o caso de Fajã anterior, Bento V, que, de acordo com a reportagem ao lado, da Gazeta do Povo, demonstra preocupações relacionadas ao papel do ser humano nas pesquisas científicas. Para ele, o normal seria sermos o objeto ou o beneficiário da pesquisa, mas não seu instrumento. Contrário ao uso de células-tronco embrionários, acredita ainda que nem mesmo finalidades nobres, como o tratamento e a cura de doenças, poderiam servir de pretexto para não ser feita a reflexão ética do assunto.

Apesar de algumas opiniões contrárias, atualmente no Brasil é permitido, em algumas condições e após uma análise minuciosa do comitê de ética, o uso de células-tronco embrionárias.

No entanto, antes de chegarmos à uma conclusão ou escolhermos os argumentos das pessoas como verdadeiros, precisamos nos informar melhor sobre os assuntos. Só então, podemos definir, se para nós estas pessoas estão certas ou erradas.

ATIVIDADE 1

E você, já tem uma opinião sobre isso? Discuta com seus colegas sobre os tópicos abaixo, conforme seu professor(a) sugerir.

- 1) Eu preciso matar um embrião para fazer pesquisa com células-tronco?
- 2) O que é uma célula-tronco?
- 3) De onde eu posso retirar estas células?
- 4) Como as células-tronco podem contribuir para a sociedade?
- 5) É permitido usar células-tronco no Brasil?
- 6) Você é a favor ou contra o uso de células-tronco?
- 7) O que aconteceria com os embriões caso não fossem utilizados para pesquisa?

PRÓXIMA ATIVIDADE

Figura 7 – Problematização da sequência de embriologia (versão digital).
 Fonte: A autora (2015).

Disponível em: <<http://deboracristinacest.wixsite.com/oquecienciasabe/atividade-1>>.

Após apresentarem seus posicionamentos e o professor ter mediado toda a discussão. Os alunos provavelmente terão percebido que necessitam de conhecimentos científicos mais aprofundados para discutir, com argumentos, e chegar próximo das respostas daquelas questões ou, ao menos, conseguir se posicionar criticamente. Assim, após a problematização, já pode ser aplicada a segunda atividade, pertencente à organização do conhecimento, que visa inserir o aluno no contexto da embriologia, definindo os objetivos desta ciência, bem como apresentando um vídeo capaz de mostrar como esse processo se dá em embriões de peixes, introduzindo assim o conteúdo “embriologia comparada” (Figura 8).

Embriologia comparada

Aprenda mais sobre embriões e seu desenvolvimento

Antes de começar a resolver esta atividade, certifique-se de que você já estudou sobre as células-ovos e analisou a página deste site que as define ou clique aqui [sabe mais](#).

A embriologia

Durante o desenvolvimento dos organismos multicelulares todas as células de um indivíduo se formam a partir de uma única célula gerada devido à fecundação. Esta célula ovo, também conhecida como zigoto, sofre diversas mudanças durante a formação de um embrião e todos esses estágios de desenvolvimento embrionário são estudados pela embriologia.

Esta área da ciência surgiu a partir de pesquisadores que não acreditavam completamente nas teorias preformacionistas - que defendiam a existência de minúsculos seres humanos (homúnculos) pre-formados dentro do espermatozoide.

Antisteples, teoria chamada de epigênese ("no momento da formação") o processo que defendia o surgimento progressivo de novas estruturas.

Wolpert, L. et al. Biologia do desenvolvimento. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.



Embriologia comparada

Todos os animais possuem algum tipo de célula-ovo, inclusive nós, seres humanos. Este ovos costumam ser classificados de acordo com a quantidade de vitelo (nutriente utilizado pelo embrião durante seu desenvolvimento) presente em sua célula.

A quantidade de vitelo varia de acordo com o tipo de animal e de desenvolvimento que ele possui. Os humanos, por exemplo, possuem ovos oligoiéctos, também conhecidos como blastóitos, que apresentam pouco vitelo, já que o embrião utiliza o nutriente do ovo apenas nas etapas iniciais do desenvolvimento e depois passa a ser nutrido através da placenta e do cordão umbilical.

O tipo de ovo determina o tipo de segmentação que o ovo sofre, podendo o ovo ser dividido completamente ou parcialmente e em células (blastômeros) de tamanhos iguais ou diferentes.



ATIVIDADE 2

Para compreender melhor o desenvolvimento de um embrião é necessário entender as mudanças tridimensionais do embrião.

Com o auxílio da sua professora e de seus materiais didáticos, use massa de modelar para representar os primeiros estágios de desenvolvimento de um embrião de diferentes ovos. Nesse momento é importante que seja representado o ovo, as óvagens, a mórula e a blástula.

Figura 8– Fragmento da atividade n.º 02 (embriologia comparada).

Fonte: A autora (2015).

Disponível em: <<http://deboracristinacest.wixsite.com/oquecienciasabe/atividade-2>>.

Neste momento, os alunos são convidados a compreender melhor as mudanças tridimensionais que acontecem no embrião, construindo diferentes ovos com massa de modelar e modelando os estágios iniciais de um embrião. Com isto o aluno não se depara logo de cara com uma série de nomes, tais como “mórula, blástula, blastocele, gástrula, nêurula”, mas sim compreende primeiro visualmente a sequência de eventos para depois atribuir significado e construir seu conhecimento científico.

Esta atividade é dividida em três etapas (Figura 9), e pretende-se que ao final dela o aluno tenha compreendido a existência de diferentes tipos de ovos, a influência da quantidade de vitelo no tipo de segmentação, bem como os principais eventos que definem os estágios de zigoto, clivagem, mórula e blástula de um embrião.

Com o auxílio da sua professora e de seus materiais didáticos, use massa de modelar para representar os primeiros estágios de desenvolvimento de um embrião de diferentes ovos. Nesse momento é importante que seja representado o ovo, as clivagens, a mórula e a blástula.

Além disso, identifique as principais características de cada etapa, o tipo de ovo, segmentação e a quais espécies aquele desenvolvimento pode pertencer.

Você vai precisar de:

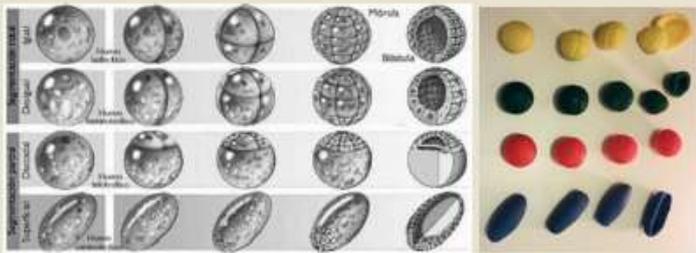


PRÓXIMA ATIVIDADE

ETAPA 1: REPRESENTE OS ESTÁGIOS DOS QUATRO OVOS ABAIXO:

- Ovo isolécito ou oligolécito
- Ovo heterolécito
- Ovo telolécito ou megalécito
- Ovo centrolécito

Você pode usar a imagem abaixo como referência para seus modelos ou outra imagem sugerida por sua professora ou presente em seu livro didático.



ETAPA 2: RESPONDA AS QUESTÕES ABAIXO PARA CADA TIPO DE OVO:

- a) Como é a distribuição do vitelo desse ovo? Como isso influencia no tipo de segmentação?
- b) Quais tipos de animais possuem ovos assim?

ETAPA 3: ELABORE UMA DEFINIÇÃO PARA CADA ETAPA DO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO

- a) Zigoto ou ovo;
- b) Clivagem;
- c) Mórula;
- d) Blástula;

Figura 9 – Fragmento da atividade n.º 02 e suas etapas

Fonte: A autora (2015)

Disponível em: <<http://deboracristinacest.wixsite.com/oqueacenciasabe/atividade-2>>.

A atividade n.º 03 continua com a modelagem de embriões, mas se restringe aos embriões de anfioxo que são bastante semelhantes aos embriões humanos. Após organizar seus conhecimentos e compreender as etapas seguintes do desenvolvimento de um embrião, principalmente a formação dos tecidos embrionários: endoderme, mesoderme e ectoderme. O aluno já é capaz de compreender de onde são extraídas as células-tronco embrionárias e avaliar como é feito esse processo, bem como suas consequências na prática.

A atividade n.º 04 consiste na resolução de questões objetivas e discursivas a cuja resolução exige conhecimentos sobre células-tronco e embriologia. Nesse momento, além de estar se preparando para vestibulares e para o ENEM o aluno pode verificar seu aprendizado e notar em quais pontos ainda é necessário um conhecimento maior.

No entanto, nem nesse momento, nem em nenhum momento anterior o professor deve ser incumbido de avaliar seu aluno. A sequência é bastante flexível de maneira que, para atender a realidade escolar e realizar atividades avaliativas, o professor possa escolher de acordo com sua realidade qual é o melhor momento. Inclusive se ele pretende fazer avaliações individuais, em equipe, ambas ou não avaliar seus alunos nessas aulas.

Todos os aspectos e sugestões de aplicação em sala de aula estarão em um material a parte para que o professor possa - antes de aplicar as atividades e caso julgue necessário - se aprofundar no conteúdo, conhecer a metodologia utilizada, verificar a sequência didática, acrescentar ou retirar atividades e adequar tudo ao seu contexto escolar.

A última atividade sugerida nesta sequência (Figura 10), trata-se de um júri simulado. Esta atividade pertence ao terceiro momento pedagógico da metodologia em questão e permite que a sala toda participe de uma atividade em conjunto. Nesse momento os alunos serão divididos em grupo e deverão assumir papéis reais presentes em um júri: advogados de defesa, promotores, testemunhas e jurados. Caberá ao professor ser o juiz, para mediar os alunos e colaborar para que o objetivo da atividade seja atingido, ou seja, para que as questões iniciais da problematização e quaisquer outras que tenham surgido ao longo das aulas sejam melhor compreendidas e após a organização do conhecimento, o aluno seja capaz de aplicar tudo que aprendeu simulando um julgamento a favor ou contra a pesquisa de células-

tronco. Algo que realmente se faz necessário quando envolve assuntos que precisam de aprovação do comitê de ética ou que exigem a elaboração de uma legislação para controlar as pesquisas e o uso de material biológico, bem como o sacrifício de animais ou de embriões, nesse caso.

Júri simulado

Analise os prós e os contras e decida se é a favor ou contra a pesquisa com células-tronco

PERSONAGENS DE UM JÚRI SIMULADO

1. Juiz - Organiza e faz as intervenções necessárias. Estipula a pena caso haja condenação.
2. Advogados de defesa - Defendem o réu usando argumentos, provas e apresentando testemunhas.
3. Promotores - Tentam condenar ou incriminar o réu também através de argumentos, provas e apresentação de testemunhas.
4. Testemunhas - Expõe situações que podem ajudar nos argumentos dos advogados de defesa ou acusação (promotores) e na reconstrução dos eventos analisados.
5. Réu - Pessoa acusada ou assunto em análise. Todo o júri gira em torno desse objeto de discussão.
6. Jurados - Analisam todos os fatos e no final determinam se o réu é culpado ou inocente.



ATIVIDADE 5

Após compreender o que é uma célula-tronco e o que são embriões, chegou a hora de você se posicionar

Sua sala será dividida e cada grupo de alunos assumirá um papel no júri simulado.

Vocês deverão discutir sobre o uso de células-tronco para a pesquisa e determinar no final se deve ou não ser feita a pesquisa e utilização destas células e em quais condições.

Para tanto, cada aluno jurado deverá esquecer suas convicções pessoais durante esta dinâmica e analisar com respeito, ética e objetividade todos os fatos apresentados pelos advogados de defesa e promotores.

Os promotores e advogados de defesa deverão ser coerentes e utilizar textos com base científica para produzir suas provas e construir seus argumentos.

O professor será o juiz e os auxiliará durante todo o processo de preparação do júri, porém não poderá influenciar a dinâmica. Apenas mantendo a ordem e controlando possíveis exageros nas argumentações, desvios de foco etc.

Os promotores poderão apresentar testemunhas e estas podem representar opiniões de diferentes personagens da nossa sociedade, mesmo que não haja base científica nessas argumentações (ex: políticos, cientistas, religiosos, professores...)

Os jurados assistirão, avaliarão, farão anotações e observações, porém só participam atividade no final de toda a dinâmica, durante a votação e determinação do veredicto.

Figura 10 – Atividade n.º 05 (júri simulado).

Fonte: A autora (2015)

Disponível em: <<http://deboracristinacest.wixsite.com/oquecienciasabe/atividade-5>>.

Como já mencionado anteriormente, o mesmo conteúdo apresentado acima, ou seja, a sequência didática, estará disponível numa versão para *download* (Figura 11) desenvolvida especialmente para que o professor possa imprimir e tirar fotocópias,

se assim julgar mais pertinente ou no caso de indisponibilidade de internet ou quaisquer outros recursos que inviabilizem o uso da versão digital.

O que a ciência sabe

NOME: _____ TURMA: _____

DATA: _____

A polêmica em torno das pesquisas com células-tronco

O que pensam líderes políticos e religiosos?

Segundo Patricia Shegunov, pesquisadora de saúde do Instituto Carlos Chagas, o uso de células-tronco (principalmente das células-tronco de origem embrionária) em pesquisas pode se tornar polêmico por gerar um problema ético, mais cultural e religioso do que propriamente científico.

Desta maneira, líderes políticos e religiosos, entre outros personagens da sociedade, tendem a emitir publicamente sua opinião sobre o assunto.

Como é o caso do Papa anterior, Bento XVI, que, de acordo com a reportagem, da Gazeta do Povo², demonstra preocupações relacionadas ao papel do ser humano nas pesquisas científicas. Para ele, o normal seria sermos o objeto ou o beneficiário da pesquisa, mas não seu instrumento. Contrário ao uso de células-tronco embrionários, declara ainda que nem mesmo finalidades nobres, como o tratamento e a cura de doenças, poderiam servir de pretexto para não ser feita a reflexão ética do assunto.

Apesar de algumas opiniões contrárias, atualmente no Brasil é permitido, em algumas condições e após uma análise minuciosa do comitê de ética, o uso de células-tronco embrionárias.

<http://www.gazetadopovo.com.br/blog/tubo-de-ensaios/papa-elogia-pesquisas-com-celulas-tronco-adultas-e-volta-a-criticar-uso-de-embrionas/>

No entanto, antes de chegarmos à uma conclusão ou acolhermos os argumentos das pessoas como verdadeiros, precisamos nos informar melhor sobre os assuntos. Só então, podemos definir, se para nós estas pessoas estão certas ou erradas.

ATIVIDADE I

É você, já tem uma opinião sobre isso? Discuta com seus colegas sobre os tópicos abaixo, conforme seu professor(a) sugerir.

1) Eu posso matar um embrião para fazer pesquisa com células-tronco?	1) É permitido usar células-tronco no Brasil?
2) O que é uma célula-tronco?	2) Vou é a favor de contra o uso de células-tronco?
3) De onde eu posso obter estas células?	3) O que você acha de usar os embriões caso não possam ser utilizados para pesquisa?
4) Como as células-tronco podem contribuir para a sociedade?	

Figura 11–Versão para download e impressão da atividade n.º 01

Fonte: A autora (2015)

Disponível em: <http://media.wix.com/ugd/62f9c3_bc5fccd6731640c18bb300d0b426db89.pdf>.

Além disso, para todas as atividades desta sequência e das demais, o professor terá disponível uma versão exclusiva com questões resolvidas, conteúdos

complementares, sugestões de aplicação e instruções para auxiliar os alunos durante as atividades, como por exemplo, um vídeo com o tutorial da modelagem dos embriões.

5.3.2 Bioética e Biotecnologia

Segundo os PCN+ (BRASIL, 2002), uma das finalidades do estudo da biologia é dominar os conhecimentos biológicos a ponto de compreender os debates contemporâneos e poder deles participar. Esse domínio representaria uma maneira de enfrentar questões práticas criadas pelo homem e relacionadas à produção de alimentos, à manutenção de sua saúde e existência e compreender melhor o mundo e a função do ser humano na biosfera, incluindo sua capacidade de intervir no meio.

Sendo assim, fazer com que alunos compreendam as aplicações da biotecnologia e reconheçam a importância da bioética é algo extremamente relevante.

Para Guz (2016), a bioética pode ser definida como uma área de reflexão e discussão sobre os valores que se referem à vida e à saúde, impulsionada pelos avanços da Medicina e da Biologia. Temas como pesquisas envolvendo seres humanos, terminalidade da vida, aborto, reprodução assistida, início da vida, clonagem e privacidade genética são apenas alguns dos assuntos frequentes nas discussões bioéticas. Sendo, pela própria natureza de seus temas, considerada uma área de discussão multidisciplinar e pluralista que envolve profissionais de saúde, filósofos, profissionais do Direito, as religiões, o Estado, e a sociedade como um todo.

De acordo com a Declaração Universal da Bioética e dos Direitos Humanos (2006), "a sensibilidade moral e a reflexão ética devem fazer parte integrante do processo de desenvolvimento científico e tecnológico", tendo a bioética um papel fundamental na tomada de decisões.

Desta maneira, cabe a disciplina de biologia mostrar aos alunos a necessidade de a ciência respeitar os limites impostos pela sociedade, legalmente ou moralmente, minimizando as chances de impacto ao meio ambiente e aos seres vivos.

As células-tronco são um excelente tema gerador para o debate destas questões, uma vez que a pesquisa com células-tronco embrionárias consegue promover o levantamento de questões éticas envolvidos no sacrifício dos embriões,

bem como os testes feitos em animais e a capacidade humana de manipular genes. Fazendo com que o tema possa ser melhor compreendido e contextualizado ao permitir relações entre a primeira e a segunda sequências didáticas.

A problematização inicial (Figura 12) da segunda sequência didática traz reportagens aborda os aspectos polêmicos do uso de animais em testes de laboratório e intervenções da sociedade feitas no sentido de proteger estes animais. Esta atividade convida os alunos a refletir sobre os “limites científicos” e as questões bioéticas envolvidas nas pesquisas que proporcionam avanços científicos e tecnológicos.

Questões bioéticas
A sociedade pode e deve tomar atitudes relacionadas aos limites científica ou deveria ficar de fora desses assuntos?

Atividade 3
Atividade 4
Atividade 5
BIOÉTICA E BIOTECNOLOGIA
Atividade 1
Atividade 2
Atividade 3
Atividade 4
EXPRESSÃO GÊNICA
Atividade 1
Atividade 2
Atividade 3
Atividade 4

Em 2013 um caso ficou bem conhecido na mídia brasileira, quando a empresa Royal invadiu um laboratório e libertou cães beagle em testes laboratoriais.

Cenas como estas podem ser vistas em qualquer lugar do mundo com uma certa frequência.

Em momentos como estes, os italianos invadiram o laboratório e libertaram Beagles de testes laboratoriais.

Mas como vimos anteriormente, precisamos avaliar os dois lados da questão. Os prós e os contras do uso destes animais para benefício da espécie humana.

O uso de animais para testes de laboratório
CBV - Gazeta Online

Argumentos a favor e contra o uso de animais em pesquisas científicas
G1

Antes de começar a resolver a atividade abaixo, certifique-se de ter lido a parte teórica sobre a bioética e que conhece a definição dessa palavra bem o suficiente. [Saiba mais](#)

Figura 12 – Fragmento da problematização inicial de bioética e biotecnologia (versão digital).
Fonte: A autora (2016).

Disponível em: <<http://deboracristinacest.wixsite.com/oquecienciasabe/atividade-6>>.

Nesse momento os alunos devem refletir, conversar com colegas e professores e avaliar os prós e contras dos testes realizados em animais. Devendo também avaliar a existência de métodos alternativos e de leis e resoluções que regem o uso desses animais.

A segunda atividade, já do momento de organização do conhecimento, faz com que o aluno construa os conceitos básicos necessários para compreender os processos mais polêmicos que envolvem a biotecnologia e a bioética. Promovendo debates e pesquisas que tem como objetivo fazer o aluno observar cada caso por diferentes ângulos, não sendo tendencioso nem assumindo sua posição pessoal enraizada em sua religião ou cultura familiar, mas levantando aspectos positivos e negativos em cada caso durante a construção de tabelas e a resolução de questões discursivas.

Para manter a unidade entre as sequências e preparar o aluno para compreender e aplicar os temas, mas sem deixar de lado a necessária preparação para o Enem e para o vestibular, a terceira atividade – pertencente a organização do conhecimento – traz questões objetivas e discursivas dessas provas aplicadas em anos anteriores. Assim, o aluno pode treinar a resolução de questões deste padrão e reconhecer suas dificuldades ao fazê-lo.

A quarta e última atividade desta sequência (Figura 13), realiza o momento de aplicação do conhecimento ao solicitar que o aluno identifique os processos de procedimentos biotecnológicos, bem como suas etapas, pontos de origem e objetivos. Trabalhando com fichas com o conteúdo previamente preenchido, os alunos devem identificar as etapas e relacionar as fichas entre si, reconstruindo todo o processo biotecnológico e aprimorando seus conhecimentos ao aproximar sua ideia teórica da parte prática realizada em laboratório, podendo em seguida colocar-se na situação dos pesquisadores e posicionar-se de maneira mais crítica - que no início da sequência - nas questões bioéticas envolvidas nesse processo.



Figura 13 – Fragmento da atividade n.º 04 da sequência de bioética e biotecnologia.
Fonte: A autora (2016).

Disponível em: <<http://deboracristinacest.wixsite.com/oqueacienciasabe/atividade-9>>.

Desta forma, esta atividade relaciona-se com o sugerido pelos PCN+ (BRASIL, 2002), ao determinar que cabe a disciplina de biologia promover a leitura de textos de divulgação científica e promover a compreensão das tecnologias utilizadas na manipulação de DNA em processos de produção de alimentos, produtos farmacêuticos e vacinas, tais como enzimas de restrição, vetores e clonagem molecular.

5.3.3 Expressão Gênica

A problematização desta sequência é feita a partir de fundamentos sobre a terapia celular, em especial a terapia celular de regeneração que envolve o uso de células-tronco para repor células e regenerar tecidos ou órgãos danificados. Esta terapia celular consiste numa importante área de pesquisa por trazer grandes expectativas para a medicina moderna. E, com isso, traz a necessidade da divulgação científica para a compreensão e apoio da sociedade em novas pesquisas, incentivando assim maiores fomentos e leis que favoreçam a realização destas pesquisas e testes clínicos.

Há muito ainda a ser descoberto em relação a expressão gênica, principalmente no caso das células-tronco e suas capacidades de diferenciação e reprogramação. Mas para os alunos essa questão torna-se complexa ainda em suas questões primárias como, por exemplo, a transformação de uma única célula, o zigoto, em diferentes tipos celulares ou a expressão de diferentes genes em filhos de mesmo pai e mesma mãe.

A partir destas questões, trabalhadas no primeiro momento pedagógico da sequência didática de expressão gênica, é feita a introdução ao segundo momento pedagógico. Sendo a organização do conhecimento feita a partir da pesquisa sobre a estrutura dos ácidos nucleicos para a melhor compreensão do que são genes e como eles atuam nos seres vivos, bem como todo o processo de expressão desse gene e das etapas que levam a síntese de proteínas a partir do material genético. Essa segunda atividade envolve a construção de modelos moleculares e a resolução de um estudo dirigido.

Ainda no segundo momento pedagógico, a terceira atividade promove a resolução de questões de Enem e vestibular assim como acontece nas sequências anteriores.

Além das tecnologias de manipulação de DNA citadas na sequência anterior, há dois processos laboratoriais envolvidos em diversas pesquisas científicas e aplicados em questões sociais - tais como testes de paternidade, identificação de criminosos, produção de vacinas entre outros – cuja compreensão se faz importante: a reação em cadeia da polimerase (PCR) e a eletroforese. Ao abordar estas técnicas de amplificação e análise de DNA, a quarta atividade desta sequência permite divulgar os procedimentos utilizados na pesquisa, construir uma base para que a sociedade consiga compreender melhor esses processos, sua credibilidade e potencialidades, além de visar ajudar na construção de bases para que estes alunos, que no futuro podem tornar-se novos pesquisadores, possam apropriar-se desses conhecimentos para elaborar novos protocolos ou desenvolver novas tecnologias de pesquisa.

6 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Com os avanços tecnológicos, a invenção do microscópio e a descoberta dos ácidos nucleicos a pesquisa científica aprimorou suas técnicas e metodologias e realizou diversas descobertas. Conseqüentemente, novas áreas da biologia surgiram, tais como a genética e toda a biologia molecular. No entanto, nada disso teria valor se o conhecimento adquirido ficasse restrito aos espaços científicos, como universidades e laboratórios. O conhecimento científico deve nos ajudar a viver em sociedade, progredir e propor soluções para problemas de diversas áreas.

A divulgação científica e a transposição didática realizadas nesse trabalho visam contribuir para a formação de alunos com conhecimentos científicos básicos e perfil crítico, para que assim sejam capazes de se posicionar diante temas polêmicos da ciência, sejam eles já existentes ou pertencentes ao futuro, e compreender o funcionamento da ciência, bem como dos processos próprios às pesquisas laboratoriais e a construção do conhecimento científico.

A estruturação do conteúdo de biologia através do tema gerador, permite desmistificar a pesquisa científica em si e colaborar tanto para a vida acadêmica do aluno quanto para a vida real deste enquanto indivíduo e cidadão. Favorecendo especialmente a aquisição de conhecimentos sobre a biotecnologia e a bioética e quem sabe a formação de futuros cientistas ou demais profissionais capazes de compreender e defender a pesquisa científica, aprimorando-a em níveis nacionais.

Os conteúdos de biologia abordados permitem que sejam trabalhadas as competências básicas propostas pelos PCN+ (já abordadas no quadro 2 deste trabalho) para a disciplina de biologia. Bem como, possibilitam a relação dos conhecimentos entre si, interligando as sequências didáticas ao mesmo tempo que aproximam as escolas aos desafios da sociedade e incentivam a visão sistêmica.

A utilização da metodologia dos Momentos Pedagógicos permite estruturar as sequências didáticas de maneira a atender as propostas educacionais abordadas no início deste trabalho, uma vez que através desta abordagem: valoriza-se a curiosidade e as dúvidas, propõe-se a filtragem de dados e a realização de pesquisas não tendenciosas, incentiva-se a argumentação, introduz-se a leitura e a pesquisa de aprofundamento como ferramentas para compreensão do mundo, incentiva-se o

pensar, o ver e o filosofar, ao mesmo passo que permite a interação entre professor e aluno e propõe o aprendizado através do diálogo, da interpretação e da significação.

A elaboração do portal e a utilização das TIC como instrumento de mediação frequente, inserido e contextual na realidade escolar, contribui para gerar a aprendizagem acerca de novas tecnologias e inserir mídias digitais no processo de ensino conforme sugerido em documentos brasileiros já apresentados.

Os conteúdos extras disponibilizados no portal “o que a ciência sabe” permitem ao professor continuar pesquisando e buscam mostrar de maneira mais realista o trabalho dos cientistas. Não os isolando no processo de produção de conhecimento científico, mas demonstrando a importância do trabalho em equipe e do aproveitamento de conhecimentos prévios nas pesquisas científicas. Além de promover contextualizações para as atividades e demonstrar que a ciência não deve ser vista como “neutra”, nem omitindo seus problemas e contextos históricos, procurando também afastar a visão elitista e machista do cientista ao apresentar diferentes perfis de pesquisadores entrevistados.

Três conteúdos importantes para a disciplina de biologia e para a sociedade atual conseguiram ser abordados através de três sequências didáticas. Cujas atividades foram planejadas para atender, ao menos em parte, as ideias propostas ao longo do desenvolvimento deste trabalho por: Chassot (2003) e Sasseron e Carvalho (2011), referentes à alfabetização científica; Pérez et al (2001), referentes ao currículo de ciências e a construção do conhecimento; Watanabe e Kawamura (2015), referentes às ações de divulgação científica.

No entanto a limitação de tempo, não permitiu que estas sequências didáticas fossem testadas com alunos, mas a aplicação em sala de aula pode ser uma ação futura. Além disso, há potencial para que novas sequências sejam incluídas neste portal ainda dentro do tema gerador células-tronco, uma vez que conteúdos como genética e biologia celular poderiam ter sido desdobrados desta temática.

Como ação futura pretende-se também retirar o portal da plataforma em que se encontra devido a limitação de recursos desta e disponibilizá-lo em versão própria para dispositivos móveis, quem sabe, inclusive, sendo produzido um aplicativo com atividades mais curtas e interativas, derivadas destas.

7 REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. M. **Isolamento, caracterização, ativação e diferenciação em linhagens mesenquimais de pericitos cardíacos humanos**. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular. Curitiba, 2011. 146p. Tese (doutorado).

ALBERTS *et al.* **Biologia molecular da célula**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 1584p.

ALMEIDA, F. J. **Educação e informática: os computadores na escola**. 5.ed. São Paulo: Cortez, 2012. 127p. (Coleção questões da nossa época; v.36).

ALVES, R. Rubem Alves: a educação como um ato de amor à vida. **A escola e os desafios contemporâneos**, Rio de Janeiro, 2014, p.89-122. Entrevista.

ANGOTTI, J.A.P. **Livro digital metodologia e prática de ensino de física**. Santa Catarina: UFSC, 2015.

ANTUNES, C. Celso Antunes e a formação do professor: é preciso muito mais do que conteúdo. **A escola e os desafios contemporâneos**, Rio de Janeiro, 2014, p.181-218. Entrevista.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 625p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm>. Acesso em: 20/10/2015.

BRASIL. Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 dez.1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 20/jan/2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária da Educação Básica. Parte I – Bases Legais. 109p. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC,

SEB, 2000a. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 20/jan/2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária da Educação Básica. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. 58p. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, SEB, 2000b. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 20/jan/2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. **PCN+ Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC-SEMTEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 20/jan/2015.

BRASIL. Projeto de Lei n.º 8.035-c, de 2010. Substitutivo do Senado Federal ao Projeto de Lei n.º 8.035-B, de 2010, que "Aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências". **Comissão de constituição e justiça e de cidadania - Redação final. Câmara dos deputados**. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/especiais/54a-legislatura/pl-8035-10-plano-nacional-de-educacao/documentos/outros-documentos/avulso-pl-8035-10-c>>. Acesso em: 04/fev/2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. 562p. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Articulação com os Sistemas de Ensino. **Planejando a próxima década: conhecendo as 20 metas do Plano Nacional de Educação**. Brasília: MEC, SASE, 2014. Disponível em: <http://pne.mec.gov.br/images/pdf/pne_conhecendo_20_metas.pdf>. Acesso em: 28/11/2015.

BUARQUE, C. Cristovam Buarque: a escolha e os desafios de inovação. **A escola e os desafios contemporâneos**, Rio de Janeiro, 2014, p.161-180. Entrevista.

CANÁRIO, R. Rui Canário: a educação não formal e os destinos da escola. **A escola e os desafios contemporâneos**, Rio de Janeiro, 2014, p.311-335. Entrevista.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**. N.º 22. Jan-Abr, 2003.

CNPq. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/web/guest/por-que-popularizar>>. Acesso em: 29/06/2015.

CORDENONSI, A.Z. MULLER, F.M. BASTOS, F.P. **A Matriz Dialógica Problematizadora como uma Estrutura para o Exame e a Discussão Temática de uma Disciplina de Graduação Mediada por Tecnologia**. 2008. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/686/672>>. Acesso em: 01/08/2015.

CREATIVE COMMONS. Disponível em: <<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>>. Acesso em: 28/11/2015.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1989.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M.M.; **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 4.ed. São Paulo: Cortez, 2011. 366p. (Coleção docência em formação).

EDUCAÇÃO ABERTA. O que é REA. **Recursos Educacionais Abertos (REA): Um caderno para professores**. Campinas, SP. Disponível em: <http://educacaoaberta.org/wiki/index.php?title=O_que_%C3%A9_REA>. Acesso em: 28/11/2015.

FREIRE, M. Madalena Freire: a educação como diálogo entre diferentes saberes. **A escola e os desafios contemporâneos**, Rio de Janeiro, 2014, p.235-256. Entrevista.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. 107p. Disponível em: <<http://forumeja.org.br/files/PedagogiadoOprimido.pdf>>. Acesso em: 01/08/2015.

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992. Disponível em: <http://www.dhnet.org.br/direitos/militantes/paulofreire/paulo_freire_pedagogia_da_esperanca.pdf>. Acesso em: 20/10/2015.

FIORI, E.M. Aprender a dizer a sua palavra. In: FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. 5-11. Disponível em: <<http://forumeja.org.br/files/PedagogiadoOprimido.pdf>>. Acesso em: 01/08/2015.

GADOTTI, M. Moacir Gadotti e a escola-cidadã. **A escola e os desafios contemporâneos**, Rio de Janeiro, 2014, p.123-160. Entrevista.

GUZ, G. **A bioética**. Disponível em: <<http://www.portaldabioetica.com.br/quem-somos.html>>. Acesso em: <01/06/2016>.

INSTITUTO Carlos Chagas – Fiocruz - Paraná. Disponível em: <http://www.icc.fiocruz.br/?page_id=13>. Acesso em: <07/06/2015>.

LABCET. Disponível em: <<http://www.icc.fiocruz.br/labcet/>>. Acesso em: 07/06/2015.

MERTON, R. **Ensaio de Sociologia da Ciência**. São Paulo: Editora 34, 2013.

MIRANDA, G. L. Limites e possibilidades das TIC na educação. **Sísifo: Revista de Ciências da Educação**, 3, 41-50. 2007.

MOREIRA, M.A. **Diagramas V e aprendizagem significativa**.2007. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/DIAGRAMASpor.pdf>>. Acesso em: 07/06/2015.

MOREIRA, M.A. **Teorias de aprendizagem**. 2 ed.ampl. São Paulo: EPU, 2011, 242p.

MOSÉ, V. **A escola e os desafios contemporâneos**. 3ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2014. 336p.

PACHECO, J. José Pacheco, a Escola da Ponte e o eixo autonomia/responsabilidade. **A escola e os desafios contemporâneos**, Rio de Janeiro, 2014, p.287-310. Entrevista.

PEIXOTO, J.; ARAÚJO, C. H. S. Tecnologia e educação: algumas considerações sobre o discurso pedagógico contemporâneo. **Educação&Sociedade**, Campinas, v. 33, n. 118, p. 253-268, jan-mar. 2012 Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v33n118/v33n118a16.pdf>>. Acesso em: 29/08/2015.

PEREIRA, L. V. **A importância do uso das células tronco para a saúde pública**. Ciênc. saúde coletiva;13(1):07-14, jan.-fev. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v13n1/01.pdf>>. Acesso em: 20/10/2015.

PÉREZ, D. G. *et al.* **Para uma imagem não deformada do trabalho científico.** *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.125-153, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/01.pdf>>. Acesso em: 30/04/2016.

PILAR, M. Maria do Pilar e a participação da comunidade na gestão da escola. **A escola e os desafios contemporâneos**, Rio de Janeiro, 2014, p.219-234. Entrevista.

PINSKY, J. O direito à cultura. **Correio Braziliense**, 09/10/2005. Disponível em: <http://www.jaimepinsky.com.br/site/main.php?page=artigo&artigo_id=79> Acesso em: 06/06/2015.

RIBEIRO, T. R. *et al.* **Inserção de tópico de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: elaboração de uma unidade didática com foco em nanociência e nanotecnologia.** In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC). Águas de Lindóia, SP. 2015. Disponível em: <<http://www.xenpec.com.br/anais2015/resumos/R0097-1.PDF>>. Acesso em: 06/06/2016.

ROCHA, T. Tião Rocha e a experiência de Araçuaí: aprender fazendo biscoitos. **A escola e os desafios contemporâneos**, Rio de Janeiro, 2014, p.257-286. Entrevista.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**. V16(1), pp. 59-77, 2011.

WATANABE, G.; KAWAMURA, M. R. D. **Um Sentido Social para a Divulgação Científica: Perspectivas Educacionais em Visitas a Laboratórios Científicos.** *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.8, n.1, p.209-235, maio/2015. ISSN 1982-5153. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2015v8n1p209/29306>>. Acesso em: 30/04/2016.

WOLPERT, L. *et al.* **Biologia do desenvolvimento.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

8 ANEXOS

ANEXO 01

REVISÃO DA LITERATURA

Débora Cristina Cestaro

1. AS DIFICULDADES E DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS DA EDUCAÇÃO

Mesmo com as diferentes opiniões entre educadores, todos parecem concordar com o fato de estarem ocorrendo melhorias e ainda haver questões a serem resolvidas. Sendo assim, os problemas levantados por alguns pesquisadores da área da educação serão elencados a seguir, e relacionados aos alunos, professores, pais, universidades, ao governo e ao MEC, aos gestores e a sociedade de forma geral, de acordo com as relações (não necessariamente responsabilidades) identificadas.

1.1. Modelo escolar

Com relação ao modelo escolar, ou seja, a maneira como a maioria das escolas organiza seu currículo e aborda os conteúdos em sala de aula, os problemas levantados seriam:

- Sistema educacional seriado e similar à linhas de montagem, como se o aluno fosse à escola para ser montado, sendo adicionados conhecimentos aos poucos, num mesmo ritmo, não respeitando as diferenças e particularidades dos alunos (ALVES, 2014, p.99; MOSÉ, 2014, p.33; GADOTTI, 2014, p.129,315);
- Aprendizagem linear e conhecimentos compartimentados em disciplinas, se contrapondo a problemas transversais, que chegam organizados em rede. (MORIN, MOSÉ,2014, p.33);
- Heranças de raciocínios que opunham dois lados: o certo e o errado em contraposição as infinitas possibilidades e graus entre uma coisa e outra que existem hoje (MOSE,2014, p.30);
- Herança de um sistema disciplinar que eliminou a filosofia e os saberes reflexivos e críticos (MOSÉ,2014, p.53; GADOTTI,2014, p.130);
- Afastamento das questões que movem a vida e dos desafios da sociedade (MOSÉ,2014, p..50);
- Aprendizagens mecânicas e repetitivas (MOSÉ,2014, p.53);

- Educação centralizada na administração de conteúdos e não na aprendizagem do aluno (MOSÉ,2014, p.53, 67).
- Supervalorização das respostas ao invés da valorização às boas perguntas e à curiosidade. (ALVES,2014, p.108)
- Alunos vistos como páginas em branco ou latas vazias, onde se deposita o que quer e depois retira, nos exames. (GADOTTI,2014, p.133; P.FREIRE,2014, p.; ROCHA,2014, p.264);
- Avaliações feitas de maneira discriminatória e não como recursos de retorno. (GADOTTI, 2014, p.137);
- Falta de relação do espaço escolar com outro espaço não escolar, não formal. (GADOTTI,2014, p.128; CANÁRIO, 2014, p.328; PFREIRE, 2014, p.328; ANTUNES,2014, p.189);
- Falta de sintonia da escola com as crianças do século XXI e com o contexto sociocultural atual (PILAR,2014, p.; MOSÉ,2014, p.289; PACHECO,2014, p.310);
- Aulas compartimentadas em tempos de 45 ou 50min (ANTUNES,2014, p.198);
- Contraposição do modelo escolar com a ideia que a aprendizagem é algo produzido pelo próprio indivíduo (CANÁRIO,2014, p.319);
- Quantidade de conhecimentos ensinados e exigidos (MOSÉ,2014, p.53; GADOTTI,2014, p.143);
- Atribuição de muitas funções à escola (GADOTTI,2014, p.152);
- Conteúdos desagradáveis e que não serão úteis ao aluno (BUARQUE,2014, p.163);

Enfatizando assim a falta de mudanças ao longo dos anos e o uso de um modelo que já não se adequa à realidade e necessidade dos alunos. Não sendo enfatizado o senso crítico, nem estimulada a curiosidade e os questionamentos. Favorecendo aprendizagens mecânicas e segmentando demais os conhecimentos.

1.2. Gestores

Por sua vez, os gestores, diretores e coordenadores, de cada escola também podem ser relacionados a aspectos deficientes do ensino, principalmente, quando se trata de colocar em prática as sugestões dos documentos citados anteriormente, mas também em pontos como:

- Escolas não democráticas onde o aluno não tem voz, nem realiza um exercício de cidadania de respeito à vida, a si mesmas e ao outro (MOSÉ,2014, p.47);

- Escolas que não discutem o seu projeto político-pedagógico ou o fazem apenas de uma forma burocrática (BRASIL, 2013, p.174);
- Gestores que não criam condições para a participação da comunidade escolar, nem estimulam a democracia na escola (BRASIL, 2013, P.173; MOSÉ,2014, p.51);
- Discussões e propostas da LDB que não são colocadas em prática nas escolas, mantendo-se extrema atenção aos conteúdos e negligenciando os contextos (BRASIL, 2013, P.154);
- Salas cheias, acesso nem sempre fácil, poucas condições da biblioteca e laboratórios de ciências inexistentes, ou seja, em condições ruins do ponto de vista físico (ALMEIDA, 2012, p.11; BUARQUE,2014, p.163; MOSÉ,2014, p.53);
- Currículos com muitas matérias (ALMEIDA, 2012, p.17) e com grande interferência do vestibular em sua organização (GADOTTI,2014, p.139);
- Falta de uso ou uso inadequado/superficial de laboratórios (ALMEIDA, 2012, p.18);
- Gestores que não diagnosticam as necessidades, nem planejam e executam as decisões pedagógicas da escola (ALMEIDA, 2012, p.18);
- Descaso de gestores, funcionários e da sociedade com o aumento da violência na escola (GADOTTI,2014, p.131);
- Aceitação de diplomas como indicativo pleno de competência dos professores (BUARQUE, 2014, p.168);
- Crença de que o domínio do conteúdo é a ferramenta essencial do trabalho do professor (ANTUNES,2014, p.; M.FREIRE, 2014, p.243);
- Falta de avaliações para o professor (BUARQUE,2014, p.163);
- Estabilidade excessiva de professores da rede pública (BUARQUE,2014, p.165);
- Não uso das flexibilidades que o Ministério da Educação permite na organização escolar (PILAR,2014, p.231);

Sendo os gestores relacionados a todos os itens que se referem ao gerenciamento do espaço escolar, diagnóstico de necessidades, administração de recursos, acompanhamento de funcionários e verificação da qualidade do ensino em sua instituição.

1.3. Sociedade

Apesar de estar relacionada de maneira mais indireta e nem sempre lembrada, a sociedade também está ligada a problemas escolares pois influencia o pensamento de todos os agentes escolares, além de ter o direito de participar ativamente, inclusive realizando cobranças quando a qualidade do ensino local não for satisfatória. Alguns aspectos a serem citados são:

- Uma educação que acompanha modismos e troca de autor e de linha de pensamento como troca de roupa (M. FREIRE,2014, p.238, 239);
- Falta de envolvimento na escola e de cobranças aos gestores locais por parte da comunidade (PILAR,2014, p.226; GADOTTI,2014, p.153);
- A visão da escola como um lugar chato, onde o castigo impera e a prepotência governa (ROCHA,2014, p.264);
- A ideia de ir à escola para ser alguém, para estar preparado para a vida, sem perceber que o conhecimento é importante desde já e não, apenas, no futuro (ROCHA,2014, p.271; ALVES, 2014, p.; CANÁRIO,2014, p.314);
- Proletarização e desvalorização do trabalho dos professores (CANÁRIO,2014, p.335; PACHECO, 2014, p.306);
- Ideia de sucesso atrelada a ideia da faculdade, provocando a interferência do vestibular no currículo dos anos anteriores (ANTUNES, 2014, p.209; MOSÉ,2014, p.61; ALVES,2014, p.108; GADOTTI,2014, p.139);
- Objetivos diferentes em níveis sociais diferentes: pobres que consideram uma boa educação como “direito divino” do filho dos ricos e ricos que acham que educar o filho delas basta, enquanto a educação só existe quando todos forem educados (BUARQUE,2014, p.179);
- Falta de questionamento acerca do modelo escolar (ALVES,2014, p.100);
- A responsabilização da escola por todos os problemas sociais e também a expectativa de solução para todos estes (GADOTTI,2014, p.152; PACHECO,2014, p.304);
- Associação de boa educação com recursos bem distribuídos (ANTUNES,2014, p.197);
- Uma sociedade que atribui muitas funções a escola, mas que na verdade não sabe o que quer dela (GADOTTI,2014, p.155);

Analisando os pontos acima, percebemos que é importante que a sociedade, de modo geral, tenha o papel da escola melhor definido e que estabeleça suas expectativas com relação ao ensino, indo além do senso comum e mudando a maneira de definir o espaço escolar, reconhecendo de fato a importância desse ambiente e, principalmente, do conhecimento na formação e na vida de um cidadão.

1.4. Pais

Apesar do envolvimento da sociedade ter sido apresentado acima, os pais acabam merecendo destaque por serem, com exceção aos alunos e funcionários, os personagens da sociedade que deveriam estar mais relacionados com a comunidade escolar. Com relação a eles os problemas levantados são:

- Pais que associam qualidade escolar à quantidade de conteúdo e aprovação no vestibular (ALVES,2014, p.105; GADOTTI,2014, p.128)
- Falta de participação e acompanhamento da educação dos filhos (GADOTTI,2014, p.153; BUARQUE,2014, p.167; ANTUNES,2014, p.210; PACHECO,2014, p.295; ANÍSIO TEIXEIRA);
- Falta de diálogo, de conectividade entre os pais e a escola (GADOTTI,2014, p.128);
- Pais que não investem na educação, mas no salário que o filho terá a partir do seu estudo (BUARQUE,2014, p.172);

Para que haja sucesso na formação de seus filhos, é essencial que os pais participam efetivamente da comunidade escolar e que trabalhem em conjunto com a escola, como parceiros com um mesmo objetivo.

1.5. Governos e o Ministério da Educação

No entanto, para que a boa formação seja conseguida, uma vez que a escola é um direito do cidadão brasileiro, é dever do governo garantir o melhor funcionamento possível dessa instituição. Ainda sendo considerados problemas:

- Burocracia (PILAR,2014, p.233; PACHECO,2014, p.308)
- Falta de um corpo técnico estável – troca de funcionários junto com o ministro - e qualificado (PILAR,2014, p.234);
- Falta de autonomia das escolas (PACHECO,2014, p.308);
- Municipalização das responsabilidades pelo Ensino Fundamental e conseqüente abandono de algumas escolas devido à desigualdade na renda e o comprometimento do prefeito etc. (BUARQUE,2014, p.163);
- Prefeitos, secretários e professores confundindo educação com assistencialismo (ANTUNES,2014, p.197);
- A fome e a baixíssima renda das famílias dos alunos (ALMEIDA, 2012, p.38);

- Altíssimas taxas de analfabetismo (ALMEIDA, 2012, p.38);
- A repetência e a evasão escolar (ALMEIDA, 2012, p.38);
- Professores não concursados e/ou com salários baixíssimos (ALMEIDA, 2012, p.11; BUARQUE,2014, p.163; PACHECO,2014, p.306);
- Alunos que não tiveram acesso à educação infantil e apresentam dificuldades posteriores (ALMEIDA, 2012, p.11);

Dessa maneira, há ainda muitos aspectos a serem considerados antes do planejamento escolar propriamente dito. O governo precisa melhorar as condições burocráticas e tratar com seriedade todos os níveis de ensino e seus funcionários para, então, dar melhores condições para que os gestores e demais envolvidos atinjam seus objetivos.

1.6. Professores

O corpo docente, por sua vez, está associado a problemas que envolvem colocar em prática as melhorias necessárias, entre eles:

- Professores que realizam seu trabalho de maneira isolada (p.174)
- Formação insuficiente dos professores ou inadequada à classe (ALMEIDA, 2012, p.11/39; BUARQUE,2014, p.163)
- Professores resistentes a novas tecnologias e metodologias (ALMEIDA, 2012, p.17)
- Professores que não dominam os conteúdos (ALMEIDA, 2012, p.39);
- Alta rotatividade profissional (ALMEIDA, 2012, p.39);
- Impossibilidade de qualquer forma de reciclagem, pesquisa e reflexão, atrelada aos baixos salários e a necessidade de uma grande jornada de trabalho (ALMEIDA, 2012, p.39; CANÁRIO,2014, p.335.)
- O exercício da profissão por circunstâncias da vida e não por escolha (ALMEIDA, 2012, p.39; PILAR,2014, p.229);
- Práticas de ensino que não associam práticas e aulas de campo com a teoria (ALVES, 2014, p.102; ANTUNES,2014, p.201);
- Professores que não escutam, que já tem verdades, depositam e emitem comunicados (GADOTTI,2014, p.134);

- Alunos e professores que não gostam de ir à escola (GADOTTI,2014, p.; BUARQUE,2014, p.163)
- Falta de comprometimento e compromisso ético com a causa (ANTUNES,2014, p.184; ROCHA, 2014, p.);
- Descrença e falta de autonomia dos professores (PACHECO,2014, p.295, 300, 308);
- Professores que se reúnem muito pouco e que não conversam sobre estratégias, práticas, livros, enfim, não compartilham suas aulas uns com os outros. (ANTUNES,2014, p.188);
- Professores que se vêem como funcionários do estado e não aliados dos alunos e da sociedade (CANÁRIO,2014, p.334);
- Professores e uma sociedade que, pela educação que tiveram, perderam sua visão do todo e não se sentem prontos para o mundo contemporâneo e para a educação reflexiva (ANTUNES,2014, p.192; MOSÉ,2014, p.131);

A resistência às mudanças ou até mesmo a falta de reconhecimento ou de melhores condições de trabalho acabam refletindo na prática docente e, por vezes, prejudicando a qualidade do ensino.

1.7. Universidades

Porém, nem sempre as falhas no trabalho do professor são responsabilidade exclusivamente dele. As universidades, enquanto formadoras de profissionais estariam conectadas à:

- Licenciaturas que ainda não contam com material e currículo adequados para a educação contemporânea (ALMEIDA, 2012, p.19);
- Universidades se isolando, sem realizar intercâmbios com o mundo de fora (BUARQUE,2014, p.163; ROCHA, 2014, p.; D.RIBEIRO);
- Formação de pedagogos e professores a partir de modelos de isolamento vistos nas universidades, sem contato com a realidade (ROCHA,2014, p.260; MOSÉ,2014, p.260);
- Má formação dos professores de base, provocando o insucesso em sequência regressiva (PACHECO,2014, p.293)
- Formação de doutores e não pensadores ou intelectuais (BUARQUE,2014, p.170);

Ou seja, uma formação debilitada pode gerar como consequência profissionais ruins ou sem o conhecimento desejado ou, até mesmo, a falta desses profissionais no mercado de trabalho.

1.8. Alunos

Por último, foram levantados os aspectos relacionados aos alunos e ao seu papel enquanto agentes construtores do conhecimento, sendo os aspectos negativos a serem apontados:

- Jovens que reconhecem a importância da escola para arranjar um emprego, mas que não conseguem atribuir ao aprendizado um sentido imediato (SPOSITO, 2005 VIA LDB p.155);
- Dificuldade de reler e corrigir o que escrevem; concentração e revisão dos cálculos; leitura e interpretação de enunciados (ALMEIDA, 2012, p.41);
- Pouco rigor na expressão da linguagem científica e dificuldades em utilizar unidades (ALMEIDA, 2012, p.41);
- Desinteresse e falta de estímulo (MOSÉ,2014, p.53);
- Alunos que vão à escola apenas atrás de um diploma ou uma profissão e saem sem qualificação (ALVES,2014, p.104; CANÁRIO,2014, p.315; PACHECO,2014, p.292)
- Indisciplina (ALVES,2014, p.104);
- Alunos que acreditem que estudam para os professores, para os pais, e não para si mesmos, para suas vidas (MOSÉ,2014, p.49);
- Baixo rendimento, reprovação e evasão escolar (MOSÉ,2014, p.53, 44);

Em síntese, a visão dos estudantes a respeito do papel da escola e o objetivo de estudar ainda parece um pouco distorcida. Talvez por falta de maturidade ou por consequência da formação anterior o desinteresse e a falta de reconhecimento da importância de estudar para aprender são importantes aspectos levantados.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria do *Campus* Curitiba
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FORMAÇÃO
CIENTÍFICA, EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA –
PPGFCET**



ANEXO 02

PRODUTO EDUCACIONAL ATRELADO À DISSERTAÇÃO “AS CÉLULAS-TRONCO COMO TEMA GERADOR PARA O ENSINO VOLTADO A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E A APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA”, POR DÉBORA CRISTINA CESTARO.

Título: “O que a Ciência sabe – e nós ainda não sabemos?”

Natureza: Portal educacional de acesso aberto, disponibilizado na internet, com as sequências didáticas descritas no texto da dissertação e objetos educacionais desenvolvidos especificamente para este fim, em parceria com pesquisadores da Fiocruz Paraná – Instituto Carlos Chagas.

Finalidade: Apropriar-se da pesquisa científica desenvolvida no LABCET em seu estado da arte e deixar seu conteúdo acessível para professores e alunos, disponibilizando os conhecimentos obtidos no laboratório através de um objeto educacional (OE); fomentar o processo de ensino-aprendizagem com sequências didáticas que permitam trabalhar o conteúdo do ensino médio a partir de problematizações e temas geradores; despertar interesses e vocações para a ciência através da divulgação científica; utilizar Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) para mediar o conteúdo e, se possível, atuar enquanto elemento problematizador e motivador ao longo do processo de ensino da disciplina de biologia através do portal em questão.

Divulgação: Meio digital.

URL: <<http://deboracristinacest.wix.com/oquecienciasabe>>

País: Brasil

Idioma: Português