III Congresso Internacional
das Licenciaturas
COINTER - PDVL2016

O CONCEITO DE NÚCLEO CELULAR: UMA ABORDAGEM A PARTIR DO MODELO DE RECONSTRUÇÃO EDUCACIONAL

Apresentação: Comunicação Oral

Meykson Alexandre da Silva¹; Cylfarney Martins de Andrade²; Gilliard Barbosa de
Medeiros³; Jadson Vieira⁴; Ricardo Ferreira das Neves⁵

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo analisar as concepções de estudantes sobre o conceito de núcleo celular e sua abordagem em livros da educação básica e superior, a partir do Modelo de Reconstrução Educacional. Sendo o centro de controle das atividades celulares e o “arquivo” de informações hereditárias, o Núcleo Celular é uma das organelas mais importantes da célula e consiste de uma estrutura envolta por membrana e que protege o DNA nas células eucariontes este que se encontra organizado em cromossomos formando a Cromatina. A partir da primeira etapa do Modelo de Reconstrução Educacional, configurada a Análise da Estrutura do Conteúdo, que compreendeu a Estrutura do Conteúdo e a Análise do Significado Educacional, foram coletados os dados da pesquisa, que envolveu os livros da educação Básica e do Ensino superior, e ainda as concepções dos estudantes sobre o conceito de Núcleo Celular. O Modelo de Reconstrução Educacional por meio da Análise da Estrutura do Conteúdo sobre o Núcleo Celular evidenciou uma abordagem do conteúdo bastante resumido, havendo pouca exploração do conteúdo por um viés contemporâneo, mas significativa ênfase de sua importância sobre questões genéticas, com imagens de valor didático cuja importância cognitiva colabora com a abordagem textual. Os estudantes apresentaram bastante dificuldade para conceituar o Núcleo Celular, considerando por muitos o local do DNA e havendo presença de terminologia em desuso. Em seus desenhos, houve certa confusão do Núcleo Celular com a estrutura de uma célula eucarionte, cujos modelos são simplistas e com poucas informações, mesmo pelos alunos do ensino superior.

Palavras-Chave: Núcleo Celular, Modelo de Reconstrução Educacional, Educação Básica e Superior.

Introdução

No campo das Ciências Biológicas alguns conceitos apresentam difícil abordagem em sala de aula, por serem imperceptíveis ao olho humano e consequentemente, requer do sujeito significativa mobilização cognitiva para compreendê-lo. (NEVES, 2015). Considerando esse

¹Licenciando em Ciências Biológicas, UFPE/CAV - alexandre-ameixas2013@outlook.com

²Licenciando em Ciências Biológicas, UFPE/CAV - cylfarney.martins@bol.com.br

³Licenciando em Ciências Biológicas, UFPE/CAV - g.l.p.barbosa@hotmail.com

⁴Licenciando em Ciências Biológicas, UFPE/CAV – jadsonvieira@hotmail.com

⁵Doutor em Ensino das Ciências e Matemática, UFPE/CAV - rico.neves2010@gmail.com

aspecto, os livros da área da Biologia, por vezes abordam conceitos de forma fragmentada e desconexa, estimulando ao estudante um conhecimento sem relação e interlocução entre as Ciências. (KRALSICK, 2005). Noutro ponto, as imagens distribuídas ao longo do livro podem não colaborar com a aprendizagem conceitual, por trazer consigo elementos pictóricos disformes ao conceito e assim, gerar obstáculos à aprendizagem dos estudantes.

Nessa visão, o núcleo celular representa um conceito abstrato, que participar da estrutura celular e por ser microscópico dificulta a sua compreensão pelos estudantes. O núcleo é separado do restante da célula por duas membranas; o envoltório nuclear que possui poros que regulam as trocas de macromoléculas com o citoplasma. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1997). A membrana externa contém ribossomos sendo contínua com o retículo endoplasmático rugoso. O núcleo é fonte a informação gênica de um ser vivo; um componente celular mais proeminente em uma célula eucariótica. (ALBERTS et al., 2011). O DNA apresenta grande complexidade, estando associadas a proteínas especiais, as histonas. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1997). Em seu interior a cromatina é constituída por ácido desoxirribonucleico (DNA), associado a proteínas.

Nesse contexto, o Modelo de Reconstrução Educacional (MRE) é um aporte teórico-metodológico, que surgiu na Alemanha, nos anos 90, a partir de um grupo de pesquisadores do Ensino de Ciências e Matemática. A partir desse arcabouço teórico-metodológico é possível observamos a abordagem de um conceito em livros e através das concepções dos estudantes.

O MRE possibilita a compreensão de um conceito em três etapas: Análise da Estrutura do Conteúdo (Estrutura do Conteúdo e da Análise do Significado Educacional); Investigações Empíricas e Construção da Instrução. Além de considerar importante o conhecimento prévio do estudante, como base para a construção de um novo conhecimento. (NEVES, 2015).

Para tanto, procuramos compreensão sobre como o conceito de núcleo celular é compreendido pelos estudantes da educação básica e superior e a sua abordagem nos livros da área das ciências e biologia? Assim, temos como objetivo: analisar as concepções de estudantes sobre o conceito de núcleo celular e sua abordagem em livros da educação básica e superior, a partir do Modelo de Reconstrução Educacional.

Por fim, esperamos que o estudo proporcione maiores discussões sobre a importância das concepções dos estudantes para ressignificação de conceitos e o papel do livro no processo de ensino-aprendizagem nas Ciências Biológicas.

Fundamentação Teórica

O Núcleo Celular e o Ensino de Ciências biológicas

O núcleo celular é uma estrutura que contém os ácidos nucleicos protegidos pelo envoltório nuclear, composto por duas membranas, uma externa e outra interna, com composições proteicas distintas, que delimitam um espaço variável que oscila entre 40 e 70 nm e no seu interior ocorre a duplicação do DNA e a transcrição dos RNAs. (ALBERTS et al., 2011). A seguir, temos a composição do núcleo celular de uma célula eucariótica.

- Membrana Nuclear ou Envelope Nuclear: Apresenta-se constituída por duas lâminas: interna envolvendo o nucleoplasma e a externa em contato com o hialoplasma e apresentando ribossomos. Contém fosfolipídios e proteínas (membrana lipoprotéica). Através dos poros, são realizadas trocas entre o núcleo e o citoplasma. A quantidade de poros varia com o estágio funcional da célula.

- Nucléolo: Estruturas esféricas e densas, com 1 a 3 microns de diâmetro, que aparecem imersos no nucleoplasma. É constituído por uma porção fibrilar e enovelado, o nucleoplasma, quimicamente, é constituído por RNA-ribossômico, proteínas e fosfolipídios, existindo pequena quantidade de DNA. O nucléolo é o elemento responsável pela síntese do ácido ribonucleico dos ribossomos (RNAr).

- Cromatina: Principal componente químico do núcleo. No núcleo interfásico, os cromossomos estão representados por um amontoado de grânulos e filamentos dificilmente observáveis ao microscópio óptico. A todo esse conjunto dá-se o nome de cromatina. Sabe-se que a cromatina é constituída por longos filamentos, constituídos por DNA e proteína, que se apresentam em vários graus de condensação ou espiralização. Assim, a eucromatina é a cromatina descondensada na interfase e que sofrerá condensação na divisão celular. A heterocromatina forma regiões condensadas que constituem os grânulos maiores, também designados por cromocentros.

- Cromossomos: A cromatina e os cromossomos representam dois estados diferentes de um mesmo material. A cromatina é constituída por filamentos delgados e longos que se espiralizam no momento da divisão, formando espirais cerradas, que constituem os cromossomos.

- Nucleoplasma: Gel protéico cujas propriedades são comparáveis às do hialoplasma. Também chamado de suco nuclear, cariolinfa e carioplasma e pode acumular produtos resultantes da atividade nuclear, como RNA e proteínas.

No Ensino de Ciências e Biologia, o núcleo celular aponta para a discussão em grupos de conceitos abstratos, cujas pesquisas destacam que estudantes e professores apresentam dificuldades na sua compreensão, devido ao alto nível de abstração e complexidade que eles apresentam. (NEVES, 2006).

Assim, por causa dessa peculiaridade microscópica, existe grande necessidade de contextualizá-los e problematizá-los. (LOPES, 2007), principalmente, porque esse tipo de conceito oportuniza compreensão sobre as estruturas e os processos presentes em sua organização e representa ainda, elemento chave na organização do conhecimento biológico. (PALMERO; MOREIRA, 2002).

O Livro de Ciências biológicas e a Abordagem de Conceitos

O Livro Didático é uma obra cuja intenção original é voltada ao uso pedagógico, destacando exemplos como: livro escolar comum, compêndios, paradidáticos, coletâneas de literatura, atlas, dicionários editados para o uso pedagógico. (LIVRES, 2005). Este é representado como fonte de saber institucionalizado e utilizado por todas as organizações educativas com fins de orientar professores e alunos nas pesquisas, atividades práticas e teóricas, bem como na construção e na reconstrução de ideias durante o processo de ensino-aprendizagem. (SILVA, 2014).

Os livros são elementos de suma importância na construção do conhecimento do sujeito, possibilitando abordagens de conceitos referentes a vários temas e que muitos professores os utilizam para planejarem e organizarem suas aulas. Assim, possuem grande importância no processo de aprendizagem dos indivíduos. Noutro olhar, além de uma abordagem textual podemos ainda observar, significativa presença imagética que norteia o texto escrito e colabora com a informação sobre um conceito. (NEVES, 2015).

Para Piccinini e Martins (2004), o uso de imagens é amplamente diversificado e atinge os mais diversos tipos de materiais impressos, entre os quais se destacam os livros de Ciências e Biologia, instituindo valor cognitivo e mediando a linguagem da ciência entre os envolvidos. As imagens podem diminuir a abstração conceitual e possibilitando maior percepção e a compreensão de conceitos e ideias pelos estudantes. (GOUVÊA; MARTINS, 2001).

O Modelo de Reconstrução Educacional

O Modelo de Reconstrução Educacional (MRE) surge na Alemanha na década de 90, através dos estudos de um grupo de pesquisadores liderados por Ulrich Kattmann

(Universidade de Oldenburg), Harald Gropengießer (Universidade de Hannover), Michael Komorek (Universidade de Oldenburg) e Reinders Duit (Universidade de Kiel). (NEVES, 2015).

O MRE apresenta três etapas: a primeira, a *Análise da Estrutura do Conteúdo* e a *Análise do Significado Educacional*. A segunda, as *Investigações Empíricas* e a terceira e última etapa, a *Construção da Instrução*.

Para o momento, nos debruçamos apenas sobre a etapa 1, a **Análise da Estrutura do Conteúdo** (*Estrutura do Conteúdo e Análise do Significado Educacional*), pois inclui os processos do esclarecimento do assunto (análises de livros didáticos, publicações e o seu desenvolvimento histórico) e da *Análise do Significado Educacional* (AD de Klafki), objetivando esclarecer os conceitos científicos e a estrutura do conteúdo, a partir de um ponto de vista educacional.

Para a execução da AD é estabelecido cinco questões interdependentes. Contudo, a resposta a cada questão é apenas à luz de todas as outras totalmente compreendidas, utilizadas para que professor possa se preparar para o ensino em sala de aula. Vale ressaltar que, as três primeiras argutivas envolvem a etapa 1, a quarta e a quinta, a etapa 2 e 3, respectivamente.

Na etapa 1, existe uma análise crítica sobre o conteúdo da ciência para a educação, como nos livros, e que geralmente o conhecimento científico está apresentado de forma abstrata e condensada, e normalmente, não é dada atenção as concepções prévias, as circunstâncias do processo de investigação, as perguntas da pesquisa e aos métodos utilizados.

O MRE estabelece que as concepções pré-instrucionais não são vistas como obstáculos para a aprendizagem, mas como pontos de partida para os processos de aprendizagem e como instrumento para a aprendizagem futura. As concepções dos estudantes e a estruturação do currículo escolar podem influenciar substancialmente a reconstrução particular do sujeito sobre a ciência. (DUI; TREAGUST, 2003).

Metodologia

A abordagem metodológica utilizada nesta pesquisa foi qualitativa, buscando a natureza do conhecimento e os enfoques sociais dos pesquisados. (BAUER; GASKELL, 2002). Envolveu a pesquisa do tipo exploratória e de campo, pela busca de informações dos pesquisados a cerca do objeto de estudo e cujo objeto é abordado no próprio ambiente de pesquisa sem interferência do pesquisador. (SEVERINO, 2007), respectivamente.

O campo da pesquisa compreendeu as escolas da rede pública da Educação Básica (Ensino Fundamental - EF e Ensino Médio - EM) e da Educação Superior - ES, do Centro

Acadêmico de Vitória - CAV, da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. As escolas públicas compõem o campo de estudo da disciplina de Estágio Curricular Obrigatório II, e o CAV representa o local de estudo dos pesquisadores.

Os sujeitos da pesquisa compreenderam 30 estudantes: (10 EF, 10 EM e 10 ES), escolhidos aleatoriamente nas Instituições de Ensino e por terem disponibilidade em participar da pesquisa.

A coleta de dados foi realizada a partir das premissas do Modelo de Reconstrução Educacional (MRE), especificamente na Etapa 1 - **Análise da Estrutura do Conteúdo** (*Estrutura do Conteúdo*), a partir dos livros Educação Básica e Superior e a (*Análise do Significado Educacional*), através dos conhecimentos prévios dos estudantes por meio de perguntas relacionadas ao conceito em estudo.

- **Estrutura do Conteúdo:** foi realizada uma abordagem do conteúdo sobre o conceito de núcleo celular nos livros da Educação Básica, escolhidos pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), das disciplinas de Ciências e de Biologia, compreendendo um livro do 8º Ano do Ensino Fundamental e um livro do 1º Ano do Ensino Médio, de Gewandsznajder (2012) e Santiago et al. (2013), respectivamente. Estes livros fazem parte do acervo das escolas, localizada no Município de Vitória de Santo Antão e são utilizados pelos professores dessas instituições escolares.

Para a Educação Superior foi escolhido um livro base da disciplina “Biologia da Célula”, de Alberts et al. (2011), presente no plano de ensino do professor regente e no Plano Pedagógico do Curso (PPC), da Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico de Vitória (UFPE/CAV). (PPC, 2013).

Vale ressaltar que, como o MRE não infere discussão sobre imagens, e nos livros existem presença de ilustrações utilizadas para compor e colaborar com o texto escrito, existiu necessidade de realizarmos uma análise imagética, que para isso, buscamos aporte numa metodologia imagética, que mensurasse as imagens presentes nos livros. Assim, utilizamos as perspectivas da Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia (TCAM). (MAYER, 2005).

A TCAM versa sobre as categorias de imagens ilustrativas, conforme Coutinho et al. (2010) e considera as de Valor não Didático: Decorativas (D): ilustrações presentes para interessar ou entreter o leitor, mas que não acrescentam informação ao trecho em questão e Representacionais (R): ilustrações que representam um único elemento. E as de Valor Didático: Organizacionais (O): ilustrações que representam relações entre os elementos. Explicativas (E): ilustrações que explicam como um sistema funciona.

Para Mayer (2005), as imagens de Valor Didático deve se apresentar com maior expressividade no texto em relação às de Valor Não didático, visto que fomentam valor cognitivo para a aprendizagem dos sujeitos.

- *Análise do Significado Educacional*: ocorreu por meio dos conhecimentos prévios dos estudantes, a partir de um questionário com duas perguntas adaptadas do MRE da AD de Klafki para o conceito de Núcleo Celular. As argutivas versaram sobre: 1- compreensão dos alunos sobre núcleo celular e 2- esboço de “desenho” sobre o núcleo celular.

Resultados e Discussão

Conforme já pontuado anteriormente, o MRE envolve três etapas, dessas abordamos a primeira etapa, que consiste na Análise da Estrutura do Conteúdo. Esta compreende dois momentos: a Estrutura do Conteúdo e a Análise do Significado Educacional.

Para tanto, considerando a Estrutura do Conteúdo, cujo quadro a seguir, demonstra como estava abordado o conceito de núcleo celular nos livros pesquisados.

Quadro 1. Estruturação do conteúdo de Núcleo Celular nos Livros Didáticos. Fonte: Própria

LIVRO	ESTRUTURAÇÃO DO CONTEÚDO
LEF	O livro reserva apenas uma página dentro do 1º capítulo para o conteúdo de Núcleo Celular (NC), onde o mesmo apresenta-se de forma bastante resumida, enfocando somente na presença dos cromossomos, suas funções e uma rápida explicação sobre a presença do DNA. Não faz resgate histórico quanto à evolução do modelo de NC. Não apresentando nenhuma informação a respeito da morfologia do núcleo.
LEM	O livro apresenta um capítulo destinado à abordagem do Núcleo Celular. Enfatizando principalmente as características gerais do mesmo, suas funções e constituintes. Além de abordar a organização do NC de acordo com suas estruturas, e faz um resgate histórico com relação á descoberta e importância inicial do mesmo. O capítulo também aborda a permeabilidade da carioteca, explicando como ela é formada, qual sua função e como ocorre a passagem de substâncias pelos seus poros. Além de explicar a existência de nucléolo, heterocromatina, eucromatina, nucleoplasma e genes encontrados nos cromossomos do núcleo que controlam a apoptose (morte celular).
LES	O livro possui dois capítulos que abordam o núcleo, o capítulo 1 é reservado à introdução às células, onde o núcleo celular é citado como característica de eucariotos e com função de depósito de informações da célula. Em outro capítulo abordando o tema de compartimentos e transporte intracelular, onde entra em detalhes quanto a estrutura: membrana nuclear externa e interna, espaço perinuclear, poro nuclear, fibrila citosólica e funcionamento do transporte de entrada e saída do núcleo.

Como podemos observar no quadro acima, os livros apresentam estruturação do conteúdo de formas diferentes, mas todos iniciaram o capítulo com uma abordagem sobre a organização ou estrutura do núcleo celular.

Os LEM e o LES enfatizaram a evolução do modelo de núcleo celular, até o mais recente e aceito, mas o primeiro se adentra na questão histórica do descobrimento do núcleo.

A historicidade de um conceito é algo bastante significativo e de importância para as discussões científicas, sendo de grande potencialidade para que o aluno perceba a trajetória científica que foi sendo construída e reconstruída ao longo dos anos, a fim de que houvesse uma construção mais concreta possível do conceito.

A necessidade de haver uma apresentação ao leitor sobre a abordagem conceitual histórica é apontada por Neves (2015), como de extrema importância, vez que alguns livros não veiculam tal informação e que havendo o destaque a história, as informações oportunizadas podem colaborar na compreensão sobre as perspectivas da Ciência antes e hoje, e até futuramente.

Por fim, ainda se percebe o emprego de terminologia em desuso, como a presença do termo carioteca, mas que atualmente é considerado o termo membrana nuclear ou envelope nuclear. (ALBERTS et al., 2011; JUNQUEIRA, CARNEIRO, 1997).

Quanto à presença imagética, que colaboraria com o texto escrito, para abordagem do conceito de núcleo celular nos livros pesquisados foi realizada a partir das perspectivas da TCAM. (quadro 2).

Quadro: Análise das imagens dos livros pesquisados. Fonte: Própria

LIVRO	N. TOTAL DE IMAGENS	CATEGORIA	N. IMAGEM/TIPO	VALOR NÃO DIDÁTICO	VALOR DIDÁTICO
LEF	1	Representacional	1	x	
LEM	15	Organizacional	1		x
		Explicativa	2		x
		Organizacional	3		x
		Explicativa	4		x
		Decorativa	5	x	
LES	6	Organizacional	1		x
		Organizacional	2		x
		Explicativa	3		x

Em linhas gerais, os livros apresentaram a presença de imagens para colaborar com o texto escrito. O uso de imagens visa diminuir a abstração e tornar o conceito mais perceptível ao sujeito. (GOUVÊA; MARTINS, 2001), e colaborar na linguagem da ciência pelo aluno e pelo professor. (PICCINNI; MARTINS, 2004). Assim, a presença imagética para o conceito de Núcleo Celular permite uma melhor compreensão, vez que o conceito é extremamente complexo e de significativa abstração.

Vale ressaltar que, houve insipiente presença de imagens de Valor Não Didático em relação às imagens de Valor Didático, que detiveram uma presença maciça na composição textual. Isso é bastante significativo, pois segundo Mayer (2005) e Coutinho et al. (2010), as

imagens de Valor não Didático (Decorativas e Representacionais) devem se apresentar em número reduzido, enquanto as imagens de Valor Didático (Organizacionais e Explicativas) devem estar em número expressivo, pois as primeiras não detém valor cognitivo e tem caráter de entreter e não oportunizar informações importantes ao leitor e as segundas, possibilitam estimular a memória cognitiva e fornece elementos para a compreensão da organização e da relação conceitual.

Noutro momento, que compreendeu a Análise da Estrutura do Conteúdo, temos a discussão da Análise do Significado educacional, a partir do questionário aplicado aos estudantes.

Com relação à 1ª questão, foi solicitado aos estudantes conceituassem o Núcleo Celular. Muitos dos alunos do EF não souberam responder e outros conseguiam relacionar o Núcleo Celular a um processo de controle fisiológico. Já os alunos do EM responderam que Núcleo Celular é formado por camadas e outros não souberam ou não lembravam sobre o assunto. Houve alguns que confundiu o núcleo com as partes básicas de uma célula (núcleo, citoplasma e membrana plasmática).

No que concerne aos alunos do ES, as respostas foram bem mais elaboradas, obviamente devido ao próprio nível de formação desses alunos, apontando que o núcleo celular seria a estrutura presente nas células eucariontes e que contém o DNA, no qual se encontra as informações genéticas. Em algumas respostas houve presença de terminologia em desuso, como carioteca, o que demonstra a falta de atenção desses estudantes, vez que esse termo já não é utilizado na área da Biologia e nem compõem texto dos livros acadêmicos, como podemos observar em Alberts et al. (2011) e Junqueira e Carneiro (1997).

Na segunda argutiva, os alunos deveriam desenhar a estrutura do Núcleo Celular, cujos estudantes do EF e do EM, esboçaram uma célula com seus componentes, não conseguindo isolar o núcleo. Os alunos do ES conseguiram apresentaram um esboço do núcleo celular mais facilmente em relação aos outro nível de ensino, novamente, por deterem maior propriedade sobre o conceito estudado. (Figura 1- A, B e C), respectivamente.

Figura1. Desenho do Núcleo Celular pelos alunos do Ensino Fundamental, Médio e Superior. Fonte: Própria.

Para tanto, é interessante notar que, nos “desenhos” acima, existe muita similaridade entre os níveis de ensino, pois mesmo que os alunos do EF e EM apresentaram um núcleo muito relacionado com a estrutura de uma célula eucarionte, havendo descrição do núcleo como componente da célula.

Também, os alunos do ES esboçam um núcleo muito similar a uma estrutura da célula, o diferencial está nas informações que fomentam a imagem, e que colaborou com o entendimento sobre a estrutura desenhada. Contudo, por estarem num nível de ensino mais elevando em relação aos demais grupos de alunos, deveriam deter um esboço do núcleo celular com maior propriedade.

Para tanto, essas dificuldades em esboçar por meio de “desenhos” conceitos, principalmente abstratos e relacionados aos componentes celulares são bastantes presentes para qualquer nível de ensino, observados nas pesquisadas de Palmero e Moreira (2002) e Neves (2015).

Conclusões

O Modelo de Reconstrução Educacional por meio da Análise da Estrutura do Conteúdo sobre o Núcleo Celular evidenciou uma abordagem do conteúdo bastante resumido, havendo pouca exploração do conteúdo por um viés contemporâneo, mas significativa ênfase

de sua importância sobre questões genéticas, com imagens de valor didático cuja importância cognitiva colabora com a abordagem textual.

Os estudantes apresentam bastante dificuldade para conceituar o Núcleo Celular, considerando por muitos o local do DNA e havendo presença de terminologia em desuso e em seus desenhos certa confusão do núcleo com a estrutura de célula eucarionte, cujos modelos são simplistas e com poucas informações, mesmo pelos alunos do ensino superior.

Referências

ALBERTS, B. et al. **Fundamentos da Biologia Celular**. 3ª Ed. Brasil: Artmed, 2011.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: Um manual prático**. 2ª Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

COUTINHO, F. A. et al. Análise do Valor Didático de Imagens presentes em Livros de Biologia para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência**. 10(3), 1-18, 2010.

DUIT, R.; TREAGUST, D. F. Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. **International Journal of Science Education**, 25(6), 671-688, 2003.

GOUVÊA, G.; MARTINS, I. Imagens e educação em ciências. In: ALVES, N; SGARBI, P. (Orgs.). **Espaços e imagens na escola**. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª Ed. São Paulo: Edusp, 2005.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 6ª Ed. Guanabara: Koogan, 1997.

LOPES, F. M. B. **Ciclo celular: Estudando a Formação de Conceitos no Ensino Médio**. 2007. 101f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

MAYER, R. E. **Multimedia learning**. New York: Cambridge University Press, 2005.

NEVES, R. F. **A Interação do Ciclo da Experiência de Kelly com o Círculo Hermenêutico-Dialético para a Construção de Conceitos de Biologia**. 108f. Dissertação de Mestrado (Ensino das Ciências), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

NEVES, R. F. **Abordagem do Conceito de Célula: uma investigação a partir das contribuições do Modelo de Reconstrução Educacional (MRE)**. 264 f. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências e Matemática), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.

PALMERO, M. L. R; MOREIRA, M. A. Modelos mentales vs Esquemas de Célula. **Investigação em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: UFRGS, 2002, 7 (1). 30p.

PICCININI, C.; MARTINS, I. Comunicação multimodal na sala de aula de ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. **Ensaio: pesquisa em ensino de ciências**, v. 6 n. 1, p. 1-14, 2004.

PPC. **Plano Pedagógico do Curso - Ciências Biológicas**. UFPE-CAV, 2013.

SILVA, D. G. **O Conceito de Membrana Plasmática: uma Investigação em Livros Didáticos e Acadêmicos no Ensino de Ciências Biológicas, a partir do Modelo de Reconstrução Educacional**. 45p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Vitória de Santo Antão, 2014.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, 2007.

WESTBURY, L.; HOPMANN, S.; RIQUARTS, K.. **Teaching as reflective practice. The German Didaktik tradition**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2000.