



Macroprojeto *Bio-Tanato-Educação: Interfaces Formativas*
Projeto de Criação e Editoração do Periódico Científico Revista Metáfora Educacional (ISSN 1809-2705) – versão *on-line*, de autoria da Prof.^a Dra. Valdeci dos Santos

<http://www.valdeci.bio.br/revista.html>

Revista indexada em:

NACIONAL

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES / Ministério de Educação (Brasil) - **Qualis 2013** (atualizado em 27/set./2015): Ciências Biológicas: Ciências Biológicas II (**C**), Ciências Humanas: História (**B4**), Ciências Humanas: Psicologia (**B4**), Ciências Humanas: Educação (**B4**), Linguística, Letras e Artes: Letras/Linguística (**C**), Multidisciplinar: Ensino (**B2**) -

<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>

GeoDados - <http://geodados.pg.utfpr.edu.br>

INTERNACIONAL

CREFAL (Centro de Cooperación Regional para la Educación de los Adultos en América Latina y el Caribe) - <http://www.crefal.edu.mx>

DIALNET (Universidad de La Rioja) - <http://dialnet.unirioja.es>

GOOGLE SCHOLAR – <http://scholar.google.com.br>

IRESIE (Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa. Base de Datos sobre Educación Iberoamericana) -

<http://iresie.unam.mx>

LATINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal) -

<http://www.latindex.unam.mx>

REBIUN (Red de Bibliotecas Universitarias Españolas) - <http://www.rebiun.org>

n. 19 (jul. - dez. 2015), dez./2015 – Movimento Epistemológico

Artigo recebido em 31/ago./2015. Aceito para publicação em 3/out./2015. Publicado em 20/dez./2015.

Como citar o artigo:


CIRNE, Adriana Damasceno Pereira Pinto; COSTA, Ivaneide Alves Soares da. Concepções alternativas sobre conceitos de genética no ensino fundamental. **Revista Metáfora Educacional** (ISSN 1809-2705) – versão *on-line*. Editora Dra. Valdeci dos Santos. Feira de Santana – Bahia (Brasil), n. 19 (jul. – dez. 2015), 20 dez. 2015, p. 53-79. Disponível em: <<http://www.valdeci.bio.br/revista.html>>. Acesso em: DIA mês ANO.



n. 19 (jul. – dez. 2015), dez./2015 – Movimento Epistemológico

CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE CONCEITOS DE GENÉTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL
ALTERNATIVE UNDERSTANDINGS OF GENETIC CONCEPTS IN ELEMENTARY EDUCATION


Adriana Damasceno Pereira Pinto Cirne

Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN 

E-mail: adriana@cirne.com.br

Ivaneide Alves Soares da Costa

Doutora em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar 

Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN 

E-mail: iasoaesc@gmail.com.br

54

RESUMO

O Objetivo deste trabalho é identificar e analisar as concepções alternativas de estudantes de ensino fundamental sobre conceitos de genética – célula, cromossomos, genes, DNA e hereditariedade – em uma escola da rede pública no município de Natal/RN, por meio de desenhos. Realizou-se uma análise dos limites e potencialidades dos desenhos como instrumento diagnóstico de concepções alternativas utilizando uma abordagem qualitativa, com breve ênfase quantitativa. Foram categorizados cinco níveis de entendimento conceitual: sem compreensão (SC); compreensão parcial (CP); compreensão coerente (CC); compreensão incoerente (CI); compreensão parcial e incoerente (CP/CI). As concepções alternativas evidenciadas foram caracterizadas pela falta de entendimento em torno dos conteúdos sobre organização celular, identificação e localização das partes constituintes da célula e do material genético e incompreensão do fenômeno da hereditariedade. Uma análise das concepções alternativas apontam para uma origem sensorial, cultural e escolar, principalmente via livros didáticos, evidenciadas pela expressão de obstáculos verbais e conhecimento pragmático. Observou-se maior lacuna no conhecimento sobre o material genético (cromossomo) do que sobre as células. Evidencia-se que o conhecimento sobre as concepções alternativas dos estudantes se constitui um elemento essencial para orientar o planejamento e a prática pedagógica do professor, buscando evitar a permanência das concepções alternativas nos níveis subsequentes de ensino.

Palavras-chave: Concepções alternativas. Ensino de Ciências. Genética. Cromossomo. Célula.

ABSTRACT

The objective of this study is to identify and analyze alternative understandings by elementary school students of genetic concepts - cell, chromosomes, genes, DNA and heredity - in a public

CIRNE, Adriana Damasceno Pereira Pinto; COSTA, Ivaneide Alves Soares da. Concepções alternativas sobre conceitos de genética no ensino fundamental.



school in the city of Natal / RN, by means of drawings. We conducted an analysis of limits and potentials of drawings as a diagnostic tool of alternative understandings using a qualitative approach, with brief quantitative emphasis. Five levels of conceptual understanding were categorized: without understanding (SC); partial understanding (CP); coherent understanding (CC); inconsistent understanding (CI); partial and incoherent understanding (CP / CI). The misconceptions highlighted were characterized by a lack of understanding of the contents of cellular organization, identification and location of the constituent parts of the cell's genetic material and misunderstanding of the phenomenon of heredity. An analysis of alternative understandings shows its origins on sensory, cultural and educational sources, mainly through textbooks, evidenced by the expression of verbal obstacles and pragmatic knowledge. It was noticed a higher gap in the knowledge of genetic material (chromosomes) than of cells. It is evident that knowledge about the misconceptions of students is an essential element to guide the planning and the teacher's pedagogic practice, seeking to avoid the persistence of alternative understandings in subsequent levels of education.

Key-words: Alternative understandings. Science Teaching. Genetics. Chromosome. Cell.

INTRODUÇÃO

As dificuldades de aprendizagens dos estudantes sobre conceitos nas diferentes áreas do ensino de Ciências Naturais têm sido um dos objetos de estudos de pesquisadores da Didática das Ciências nos últimos vinte anos (POZO; CRESPO, 2009).

As concepções alternativas são ideias dos estudantes sobre conhecimentos específicos, constituindo-se em uma causa importante que pode levar a erros conceituais, dificultando a aprendizagem significativa de conceitos científicos, especialmente aqueles com alto grau de abstração, como biologia celular e genética.

A complexidade do estudo de genética está vinculada à natureza de seus conceitos e níveis de abstração, além da desvinculação dos conteúdos sobre a célula e elementos envolvidos nos fenômenos da hereditariedade, propostos nos programas de ensino das ciências naturais (OLIVEIRA, 2005; LIMA; PINTON; CHAVES, 2007; PEDRANCINI, 2008). Tais fatores favorecem a criação de concepções alternativas nos estudantes, podendo levar a erros conceituais, manifestando-se como dificuldades de aprendizagem (PEDRANCINI, 2008; TOPÇU; SAHIN-PEKMEZ, 2009; RATZ; MARTINS; MOTOKANE, 2013).

Diversos fatores são atribuídos as dificuldades de aprendizagem dos estudantes, tais como dificuldades cognitivas, intelectuais e psicológicas e à motivação dos estudantes. Componentes pedagógicos como a atuação do professor e o livro didático; a natureza dos conteúdos, em relação ao nível de complexidade e abstração; e a existência de concepções alternativas que se manifesta



n. 19 (jul. – dez. 2015), dez./2015 – Movimento Epistemológico

como uma dificuldade de aprendizagem e pode ser usada como uma forma de explicar o erro conceitual (SCHNEIDER *et al.*, 2011; ANDRADE *et al.*, 2011).

Tais dificuldades são relatadas em inúmeras pesquisas e também citado por Pozo e Crespo (2009), o fato de que muitos professores verbalizam em sua prática docente as dificuldades dos alunos em apresentarem uma compreensão de conceitos da área de ciências naturais como a geologia, física, química e biologia. Em relação à biologia, por exemplo, a dificuldade consiste na ideia que os alunos têm de que a adaptação biológica é baseada na forma como os organismos efetuam conscientemente mudanças físicas como respostas às mudanças ambientais, de tal maneira que o mecanismo evolutivo seria baseado em uma mistura de necessidade, uso e falta de uso. Outros alunos, no entanto, pensam que o tamanho dos organismos é determinado pelo tamanho de suas células (POZO; CRESPO, 2009).

Algumas concepções alternativas adquiridas na escola advêm dos erros conceituais presentes no livro didático ou nas explicações do professor. Os alunos tendem a assimilar os conhecimentos escolares às suas outras fontes de conhecimento científico sobre o mundo de maneira analógica. Os modelos científicos produzidos para explicar fenômenos abstratos, do 3 macrocosmo e microcosmo, misturam-se e difundem-se com os referências de conhecimento do cotidiano do aluno. A consequência disso é uma incompreensão da própria natureza do discurso científico que se confunde com o conhecimento sensorial e social do aluno (POZO; CRESPO, 2009). Segundo Pozo e Crespo (1998, p. 94), “[...] as investigações sobre as dificuldades de aprendizagem dos estudantes são similares em diferentes países, culturas, condições sociais e econômicas”.

Nesse sentido, conhecer as concepções prévias dos alunos é importante porque a partir do erro, o professor pode conhecer as lacunas de aprendizagem deles, não obstante os modelos evoluíram a partir disso. (BOUJEMAA *et al.*, 2010; CID; J. NETO, 2005; TOPÇU; SAHIN-PEKMEZ, 2009).

Peter e Nadir (2005) destacam que as crianças formulam explicações sobre o mundo que as cercam e os fenômenos naturais, mesmo que não tenham tido acesso formalmente aos conceitos científicos. Essas representações, que cada indivíduo faz do mundo que o rodeia, conforme a sua própria maneira de ver o mundo e de ver a si próprio, são consideradas concepções alternativas, também chamadas de intuitivas ou espontâneas, e que podem ser diferentes das concepções aceitas pela comunidade científica.



n. 19 (jul. – dez. 2015), dez./2015 – Movimento Epistemológico

Dessa forma, as concepções devem ser encaradas como construções pessoais, que o professor deve procurar conhecer, compreender e valorizar, de modo que os conceitos científicos sejam inseridos sistematicamente no processo de ensino e aprendizagem, propiciando mudança conceitual, de modo a promover uma aprendizagem significativa (GRAVINA; BUCHWEITZ, 1994; OLIVEIRA, 2005).

Andrade *et al.* (2011) enfatizam que materiais alternativos, utilizados no cotidiano, podem tornar-se matéria-prima para o aprendizado. Uma simples área com um pouco de terra e seres vivos pode ser utilizada para explicar conteúdos de ecologia, relação entre espécies, entre outros.

É concebível que a proposta de ensino e aprendizagem esteja interligada à compreensão dos professores do que é aprender, tendo em vista que os alunos possuem diferentes modos de aprender, e os professores, de transmitir os seus conhecimentos, e entender como se dá o processo de ensino e aprendizagem (GALIAZZI *et al.*, 2007).

Nessa perspectiva, este estudo objetiva identificar e analisar as concepções alternativas de conceitos básicos sobre a célula e conteúdos de genética, como cromossomos, genes e DNA e hereditariedade de alunos do ensino fundamental. Apesar de sua importância, do interesse que possa despertar e da variedade de temas que envolvem, o ensino de Ciências Naturais tem sido frequentemente conduzido de forma desinteressante e pouco compreensível (BRASIL, 2000).

PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa foi realizada em uma escola pública de ensino básico no município de Natal - RN, com 33 alunos do 8º ano, do ensino fundamental II. Os alunos têm faixa etária entre 13 e 18 anos, sendo 16 do sexo feminino e 17 do sexo masculino.

Foram solicitados aos alunos desenhos e/ou esquemas acerca da estrutura de uma célula, do núcleo e do cromossomo. Esses esquemas caracterizariam as representações das suas concepções sobre as células, o núcleo e os cromossomos.

Em relação à representação dos desenhos para a compreensão dos conceitos sobre células e cromossomos, usada na análise de conteúdo desta pesquisa, foi elaborada com base em referencial teórico específico, levando-se em consideração as orientações para o planejamento e organização dos conteúdos preconizados nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino fundamental (BRASIL, 1998). O eixo temático “ser humano e saúde” foi considerado para



n. 19 (jul. – dez. 2015), dez./2015 – Movimento Epistemológico

trabalhar os conteúdos sobre os diferentes tipos de célula e hereditariedade no ensino fundamental 4 II. A expectativa das respostas esperadas esteve relacionada no entendimento preliminar, por parte dos alunos, sobre os diferentes tipos de células, bem como as partes básicas que constituem as células (membranas, citoplasma e núcleo). Além do reconhecimento de estruturas específicas envolvidas no processo da hereditariedade (material genético - os cromossomos), levando em consideração a sua localização no interior das células.

Para análise da origem das concepções alternativas identificadas neste trabalho o estudo foi considerado os critérios de Pozo e Crespo (1998) (Sensorial, Cultural e Escolar) e Bachelard (1996), que reconhece o conhecimento geral, a experiência primeira, o obstáculo verbal e o conhecimento pragmático. A análise dos resultados, dos desenhos, foi realizada usando uma abordagem indutiva-construtivista e qualitativa, de acordo com Bardin (2010), que afirma serem as categorias rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns desses elementos.

As representações dos desenhos sobre células e suas especificidades foram categorizadas de acordo com os seguintes níveis de entendimento: Sem compreensão (SC); Compreensão coerente (CC); Compreensão incoerente (CI); Compreensão parcial (CP) e Compreensão parcial/incoerente (CP/CI). Essa organização consistiu nos níveis de entendimento conceitual, tomando como base os trabalhos de Ratz, Martins e Motokane (2013) e Köse (2008). Na categoria sem compreensão (SC) foram considerados os roteiros de desenhos que não possuíam esquemas ou esquemas incoerentes. Para compreensão coerente (CC) foram considerados os roteiros de desenhos que expressavam entendimento completo dos conceitos, mostrando coerência com os conhecimentos científicos. Na compreensão incoerente foram considerados os roteiros de desenhos com concepções alternativas, demonstrando erro conceitual ou incoerência em relação aos conceitos cientificamente aceitos ou uso inadequado dos termos e significados. Em compreensão parcial levou-se em consideração compreensão de parte dos conceitos, demonstrando algum conhecimento científico e/ou conhecimento coerente baseado no senso comum.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise das representações dos desenhos sobre a célula mostrou, de modo geral, um baixo nível de compreensão científica desse conceito. A maioria (85%) dos alunos

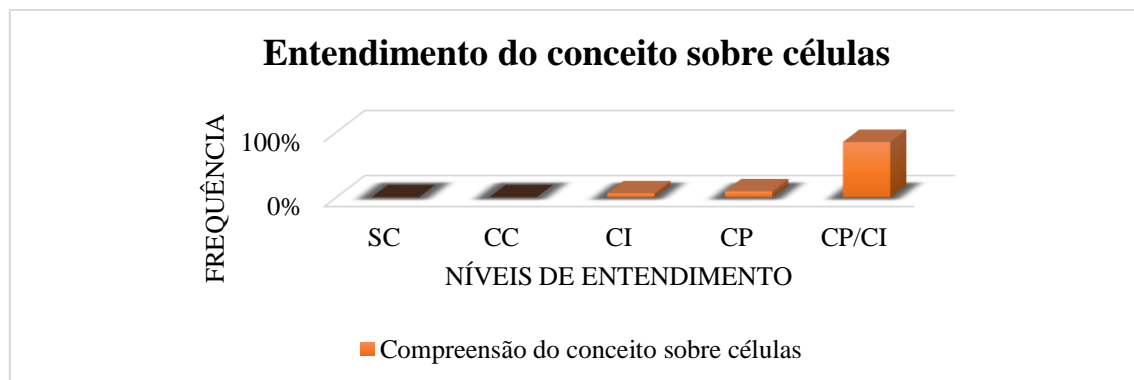
CIRNE, Adriana Damasceno Pereira Pinto; COSTA, Ivaneide Alves Soares da. Concepções alternativas sobre conceitos de genética no ensino fundamental.



n. 19 (jul. – dez. 2015), dez./2015 – Movimento Epistemológico

apresentou compreensão parcial e incoerente (CP/CI), 9% apresentaram representações com compreensão parcial (CP) e 6% compreensão incoerente (CI). Embora todos os alunos tenham representado a célula como solicitado, não deixando a folha de respostas em branco, as representações mentais evidenciadas nos desenhos revelaram que a maioria dos participantes possuía um entendimento básico mínimo sobre as partes constituintes da célula: membrana plasmática, citoplasma e núcleo, uma vez que as representações mentais elaboradas pelos alunos apresentaram-se vagas e com equívocos (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Compreensão do conceito “Célula” por níveis de entendimento.



Legenda: SC: sem compreensão; CC: Compreensão coerente; CI: Compreensão incoerente; CP: Compreensão parcial e CP/CI: Compreensão parcial e incoerente).

Fonte: Elaboração própria.

As representações dos alunos categorizadas de maneira incoerente (CI), com vesícula grande delimitada por linha contínua e simples e ausência de núcleo, lembrando vacúolos, sem representações e conexão com o entendimento sobre células, são visualizadas na Figura 1 (A e B).

A Figura 2 (A e B) ilustra as representações com compreensão parcial (CP) de células sanguíneas delimitadas por linhas contínuas simples, ausência de núcleo e células epiteliais com linha contínua e simples e presença de núcleo, envolvendo conceitos parcialmente aceitos pela comunidade científica.

Ao se considerar a compreensão parcial e incoerente (CP/CI) sobre células, emergem representações de células que remetem a características peculiares de eucariotos e procariotos observados na Figura 3 (A e B).

Em relação ao entendimento das partes básicas constituintes da célula (membrana plasmática, citoplasma e núcleo), 100% dos alunos expressaram o conhecimento dessa estrutura

por meio de linhas contínuas simples (49%), ver Figura 4 (B e C) ou duplas (51%), Figura 4 (A e D). No entanto, somente 30% identificaram com o nome a estrutura representada, Figura 4 (A e B).

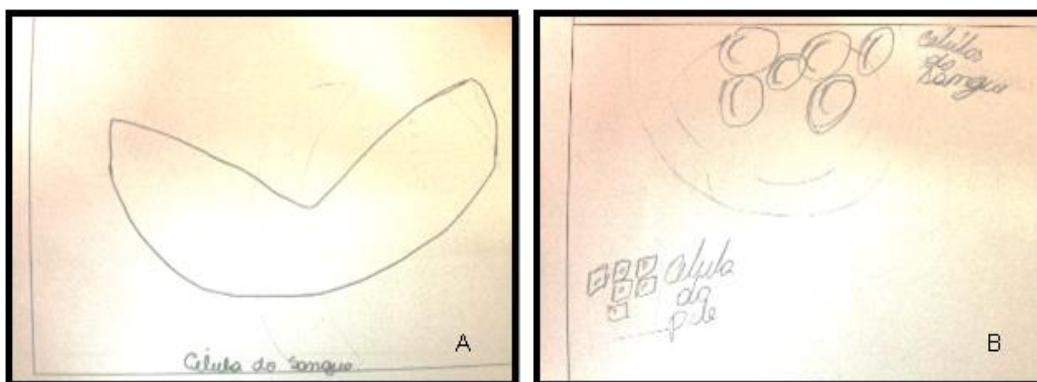
Figura 1 – Exemplos de representações de células que lembram vacúolos categorizados pelo nível de compreensão incoerente (CI).



A: Representação de estruturas delimitadas por linhas simples semelhantes a vacúolos.

B: Representação de estruturas delimitadas por linhas simples semelhantes a vacúolos.

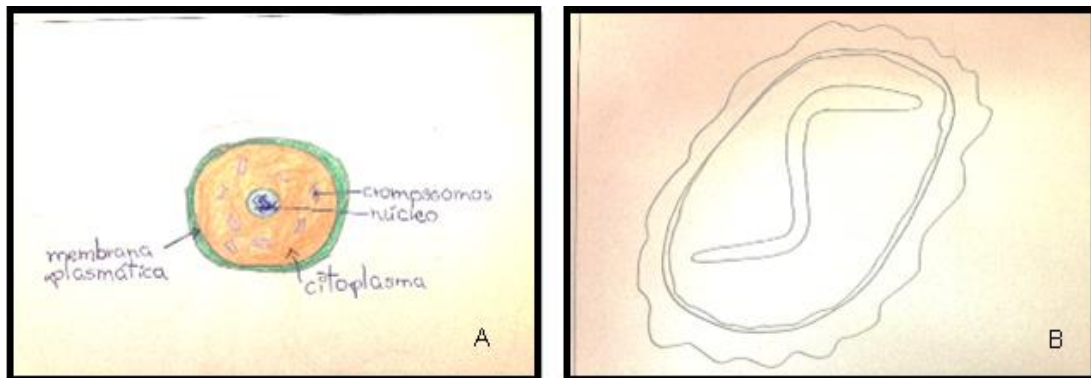
Figura 2 - Exemplos das representações que lembram células sanguíneas e epiteliais categorizadas pelo nível de compreensão parcial (CP).



A: Representação de estruturas delimitadas por linhas simples semelhantes a uma célula sanguínea (hemácias).

B: Representação de estruturas delimitadas por linhas simples semelhantes às células sanguínea e epiteliais.

Figura 3 - Exemplos das representações que lembram células eucariótica e procariótica categorizadas pelo nível de compreensão parcial (CP/CI).



A: Representação de estruturas delimitadas por linhas duplas semelhantes a uma célula eucariótica.

B: Representação de estruturas delimitadas por linhas duplas semelhantes a uma célula procariótica.

Observou-se que nas representações feitas pelos alunos - 51% com linhas duplas - a membrana plasmática apresenta-se recoberta por uma segunda membrana semelhante à parede celular, modelo que seria apropriado para as células procariontes ou célula vegetal, além de terem apresentado na mesma célula outros componentes celulares, tais como as organelas citoplasmáticas e o núcleo delimitado por membrana, estruturas exclusivas de células eucarióticas.

O citoplasma também foi esquematizado por 100% dos alunos participantes por meio de um espaço delimitado por linhas contínuas simples ou duplas, ver Figura 4 (A, B, C e D), e 21% dos alunos esquematizaram e identificaram com nome a estrutura. As representações foram categorizadas como compreensão parcial e incoerente (CP/CI) pelo reconhecimento de parte da célula com algum equívoco na identificação das partes.

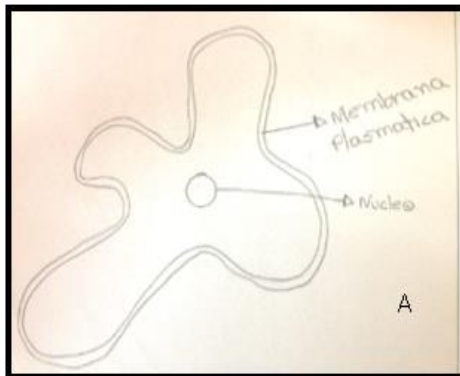
Evidências de concepções alternativas sobre a identificação dos componentes da célula, como a membrana plasmática e o citoplasma, foram constatadas. Contabilizou-se 6% dos alunos com esse nível de entendimento (CI), cujo equívoco denota confusão e dúvida na identificação desses componentes celulares, como, por exemplo, identificarem o citoplasma como membrana plasmática e a membrana plasmática como citoplasma, Figura 4 (B).

Já em relação ao núcleo, não expressaram muita dúvida ao representá-lo, embora tenham sempre representado o núcleo no centro da célula e delimitado por membrana, dando ênfase apenas às células eucarióticas, o que denota uma generalização, uma vez que em algumas células o núcleo pode aparecer deslocado para as extremidades, a exemplo das células adiposas. A carioteca ou

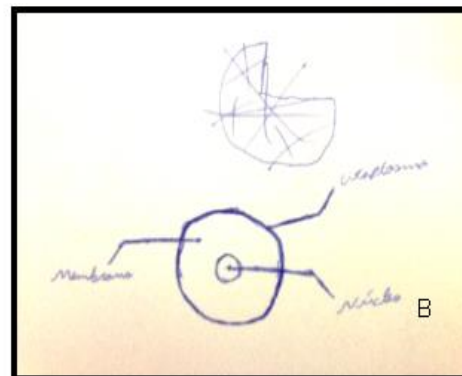
membrana nuclear foi apresentada por 90% dos estudantes que fizeram as representações, por um contorno único. Evidenciou-se, pelos desenhos, uma concepção de núcleo como sendo uma organela simples, à semelhança das outras estruturas citoplasmáticas, sem levar em conta o caráter evolutivo da formação das células e da complexidade desse processo, ao segregar o material genético, deixando-o confinado no interior do núcleo.

No que diz respeito ao núcleo celular, 90% dos alunos esquematizaram o núcleo geralmente por meio de um círculo central delimitado por linhas contínuas simples, Figura 4 (A, B, C e D) ou descontínuas duplas, Figura 5 (A), e 33% dos alunos esquematizaram e identificaram com nome a estrutura, Figura 4 (A e B). Todas as representações das partes constituintes da célula membrana, citoplasma e núcleo foram categorizadas como compreensão parcial e incoerente (CP/CI) por apresentarem parte do conceito correto acrescidos de algum equívoco.

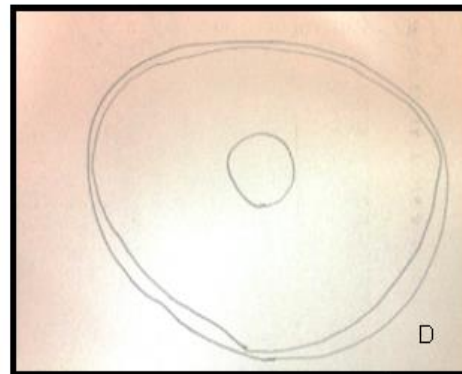
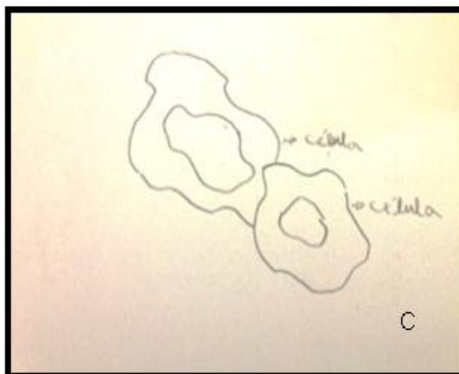
Figura 4 - Representações sobre as partes constituintes da célula (A, B, C e D), categorizadas pelo nível de compreensão parcial e incoerente (CP/CI).



A: Representação das partes da célula com a identificação coerente da membrana e núcleo e falta de reconhecimento do citoplasma.



B: Representação das partes das células com a identificação equivocada da membrana e citoplasma, e coerente do núcleo.



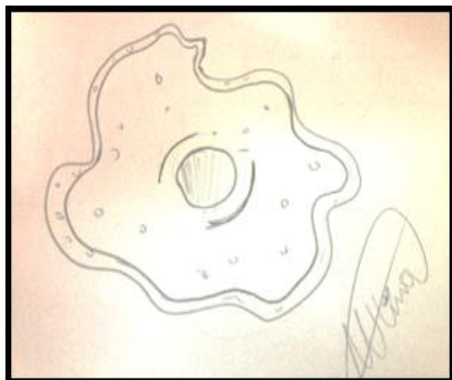
C: Representação de células esquematizadas em linhas simples sem reconhecimento e identificação das partes constituintes.

D: Representação de células esquematizadas em linhas duplas sem reconhecimento e identificação das partes constituintes.

Levando em consideração a forma da célula, os alunos participantes esquematizaram as células por meio de variados formatos – ameboides, redondas, quadradas, ovais e bicôncavas. O formato ameboide apresentou maior percentual (60%) seguida da forma arredondada (24%) e das formas quadradas, ovais e bicôncavas, as quais representaram 6% conjuntamente, Figura 5 (A, B, C e D). Em relação à função da célula que é uma característica que se encontra muito associada à forma da célula, 15% das representações foram apresentadas identificadas, sendo 9% das representações para as células sanguíneas, Figura 5 (B, C e D) e 6% para as células epiteliais, Figura 5 (C e D).

As representações da forma da célula foram categorizadas com compreensão parcial (CP) por representarem parte do entendimento sobre a forma associada à função identificada pelo tipo de célula.

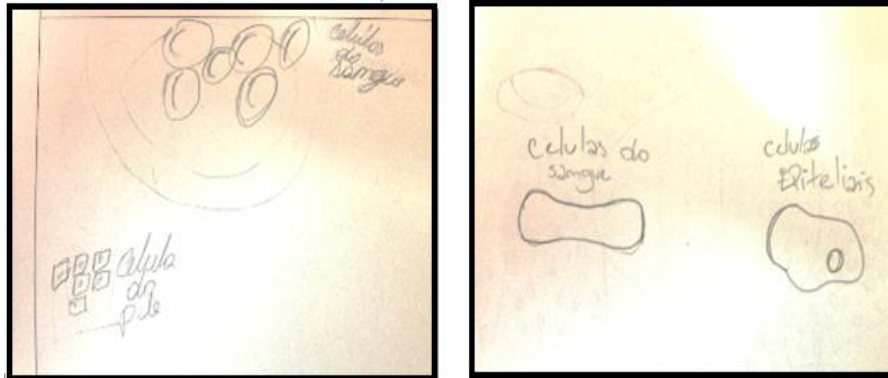
Figura 5 - Representações das formas associadas às funções das células (A, B, C e D), categorizadas pelo nível de compreensão parcial (CP).



A: Representação das células com formato ameboide.



B: Representação da célula sanguínea com bicôncava e sem núcleo.

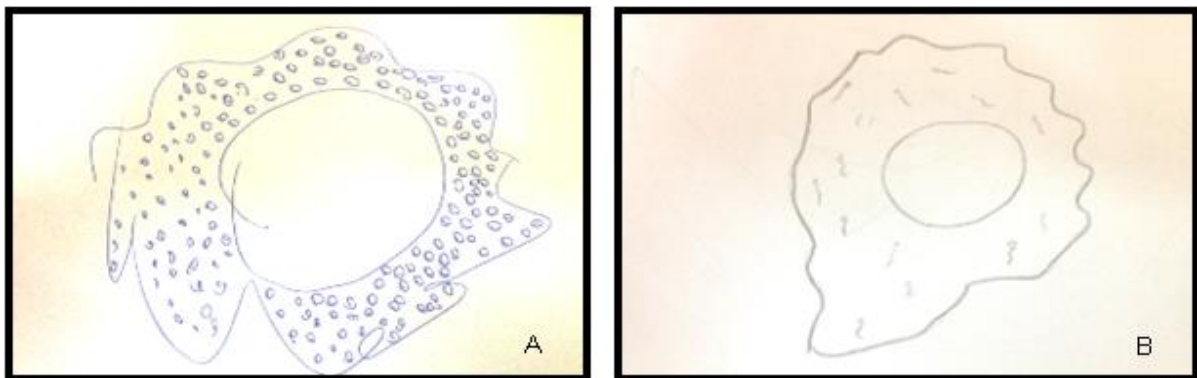


C: Representações das células sanguíneas bicôncavas e células epiteliais quadráticas.

D: Representações das células sanguíneas bicôncavas, ausência de núcleo e célula epitelial ameboide.

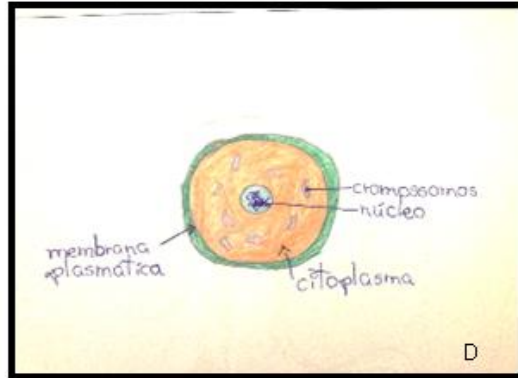
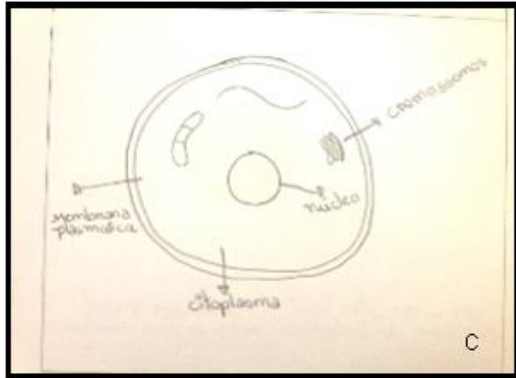
Nas representações mentais feitas pelos alunos sobre as estruturas constituintes do citoplasma e do núcleo, observou-se que alguns esquemas remetem à existência de estruturas dentro do citoplasma e do material genético dentro do núcleo, embora sem definição clara ou identificação da estrutura representada. Quarenta e cinco por cento (45%) dessas representações, Figura 6 (A e B), foram inseridas no espaço que eles apresentaram como sendo o citoplasma da célula caracterizada por linhas simples, circulares ou ovais e linhas tortuosas.

Figura 6 - Exemplos das representações em relação a localização das estruturas do citoplasma e material genético (A, B, C, D, E e F) categorizadas pelo nível de compreensão parcial e incoerente (CP/CI e CI).



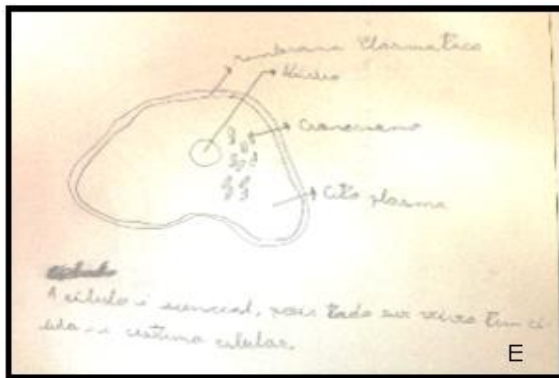
A: Representações da célula contendo estruturas circulares dispersas no citoplasma sem identificação ou forma característica.

B: Representações da célula contendo estruturas circulares dispersas no citoplasma sem identificação ou forma característica.

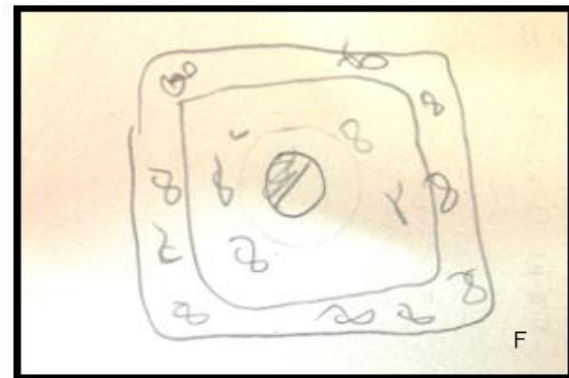


C: Representações da célula com os cromossomos no citoplasma em forma de vesículas.

D: Representações da célula com os cromossomos no citoplasma em forma de vesículas.



E: Representações da célula com os cromossomos no citoplasma em forma de vesículas.



F: Representações da célula com esquemas em hélice que lembram os cromossomos dispersos.

Os alunos desenharam estruturas citoplasmáticas incoerentes, em um percentual de 45%, esquematizadas por símbolos, pontos ou esferas. Tais resultados não demonstram muita clareza no entendimento das representações de organelas de acordo com o aceito pela comunidade científica. As representações sugerem não haver critério para a presença e localização das estruturas em relação às funções exercidas por elas.

Quanto à evidência de identificação de material genético dentro do núcleo, 6% dos alunos representaram os cromossomos, termo utilizado por eles para caracterizar o material genético da célula, como estruturas em forma de vírgulas, vesículas, linhas tortuosas ou hélices, embora 15% das representações dos cromossomos tenham sido representadas localizadas no citoplasma, Figura 6 (C, D e E).

Os resultados mostram uma compreensão incoerente dos conceitos científicos em relação à localização desses componentes pelos alunos, uma vez que o material genético, em células



n. 19 (jul. – dez. 2015), dez./2015 – Movimento Epistemológico

eucarióticas, sendo esse tipo de célula as que mais foram representadas pelos alunos, encontra-se no núcleo da célula. Nenhum aluno identificou a representação do material genético dentro do núcleo.

Na representação do sujeito (suj.)17, os cromossomos foram representados no citoplasma e, no núcleo, foi desenhado um emaranhado de fios, lembrando um novelo de lã, embora não tenha sido identificado como material genético, Figura 6 (D). Nessa perspectiva, podemos constatar que os alunos possuem dúvidas em relação à localização desse material genético e demais estruturas na célula, revelando concepção alternativa desses conceitos.

Ressalta-se ainda a presença de cromossomos dispersos no citoplasma, em 27% das representações em células tipicamente eucarióticas, característica essa observada para os seres procariontes. Em 6% dos esquemas, quando o material genético foi apresentado no núcleo das células eucariontes associaram a representações de linhas finas e emaranhadas ou por linhas duplas ou simples em hélice, lembrando a cadeia de DNA, levando a concluir que as ideias dos alunos nesse aspecto, foram reduzidas ao nível da cadeia molecular de DNA.

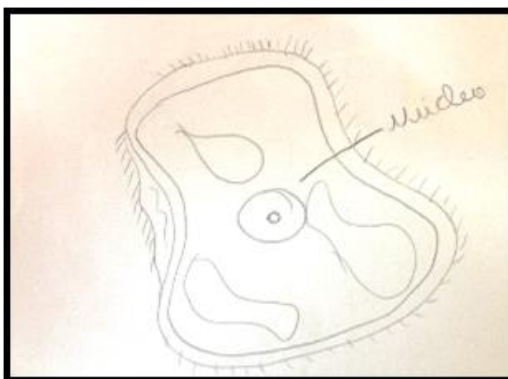
Silveira e Amabis (2003) verificaram, dentre outros aspectos, que os alunos reconhecem o cromossomo na ilustração esquemática de uma célula e que a frequência de indicação correta do cromossomo no esquema foi de 73,12%. Esses resultados apontam para um reconhecimento, por parte dos alunos, dos cromossomos em esquemas apresentados, evidencia-se que os alunos possuem maior dificuldade em desenhar os cromossomos, mas quando são instigados a reconhecer a molécula fazem esse reconhecimento com mais facilidade.

Em relação ao entendimento sobre a especificidade quanto ao tipo de organização celular nos diferentes seres vivos, observou-se que 91% dos alunos não fizeram distinção entre células animais e vegetais. Nas representações para essa característica, 48% dos alunos desenharam uma membrana espessa que lembra uma parede celular, no entanto, não identificaram a que tipo de ser vivo pertencia. Em 9% dos desenhos observou-se a presença de estruturas aderidas a membrana externa da célula, remetendo a cílios de células microbianas tais como protozoários e bactérias.

Três por cento (3%) dos esquemas evidenciaram células com organização celular diferenciada, lembrando células bacterianas (procarióticas), caracterizadas pela representação da forma e material, semelhante ao genético, disperso no citoplasma, e 6% dessas representações lembram cílios aderidos à membrana, remetendo à célula bacteriana (procariótica) ou a protozoários (células eucarióticas), Figura 7 (D). Nessas representações, identificaram-se lacunas

no conhecimento sobre a definição entre características de células procarióticas e eucarióticas, evidenciando uma reprodução memorizada das imagens desses organismos contidas nos livros didáticos, Figura 7 (A, B e C).

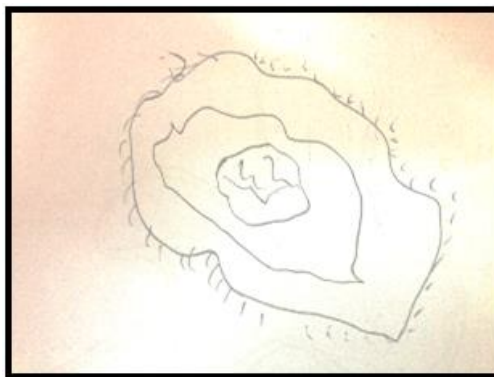
Figura 7 - representações sobre células semelhantes a procariotos. A, B e C e procariótica (semelhante as bactérias) (D), exemplos das categorizadas pelo nível de compreensão parcial e incoerente (CP/CI).



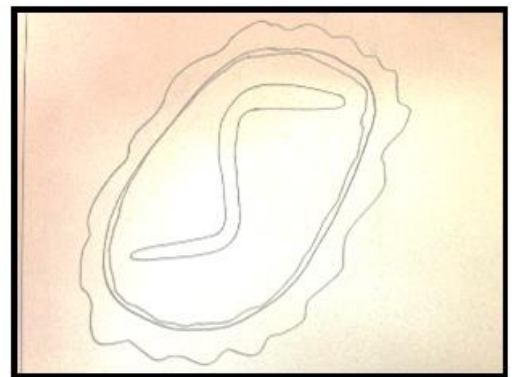
A: Representações da célula com cílios, remetendo a célula procariótica e presença de uma parede celular.



B: Representações da célula com cílios, remetendo a célula procariótica e presença de uma parede celular.



C: Representações da célula com cílios, remetendo a célula procariótica e presença de uma parede celular.



D: Representações da célula semelhante a procariótica.

Os resultados apresentados levam a certificar que os alunos investigados apresentam concepções equivocadas sobre a estrutura celular. Representar graficamente o fluxo que existe de estruturas e substâncias entre os diversos componentes celulares é difícil para o aluno do ensino fundamental, mas a ausência de qualquer esquema, mostrando as relações entre vesículas e canais,



n. 19 (jul. – dez. 2015), dez./2015 – Movimento Epistemológico

e vice-versa, ou de substâncias/partículas, entrando e saindo da célula, ou das diversas organelas, é indicador de uma concepção de célula estática e não viva, sem qualquer fluxo de matéria e energia entre seus próprios componentes, ou entre estes e o meio em que se encontram.

Esses achados lembram os desenhos e figuras encontrados na maioria dos livros didáticos, representações estáticas, planas e bidimensionais que terminam influenciando a formação de concepções alternativas como as encontradas nesta pesquisa e em outros trabalhos (ANDRADE *et al.*, 2011; TOPÇU; SAHIN-PEKMEZ, 2009; SCHNEIDER *et al.*, 2011; BOUJEMAA *et al.*, 2010; CID; J. NETO, 2005).

Partindo desse contexto, pode-se dizer que as representações aqui discutidas têm origem naquelas encontradas nos materiais didáticos veiculados no âmbito educacional, como livros didáticos, apostilas, desenhos dos/as professores/as (CID; J. NETO, 2005; BOUJEMAA *et al.*, 2010; ANDRADE *et al.*, 2011).

Normalmente, em situações de ensino, os alunos são solicitados apenas a identificar e descrever as estruturas celulares a partir de desenhos/representações dadas pelos professores, portanto, poucas vezes têm a possibilidade de expressar o seu modelo próprio e dessa maneira sinalizar quais são suas dificuldades (CID; J. NETO, 2005).

O entendimento que os alunos construíram sobre as células não é único e isolado, depende da compreensão que têm das convenções e símbolos utilizados nas representações científicas presentes nos livros e pelos professores em suas aulas (LIMA; PINTON; CHAVES, 2007).

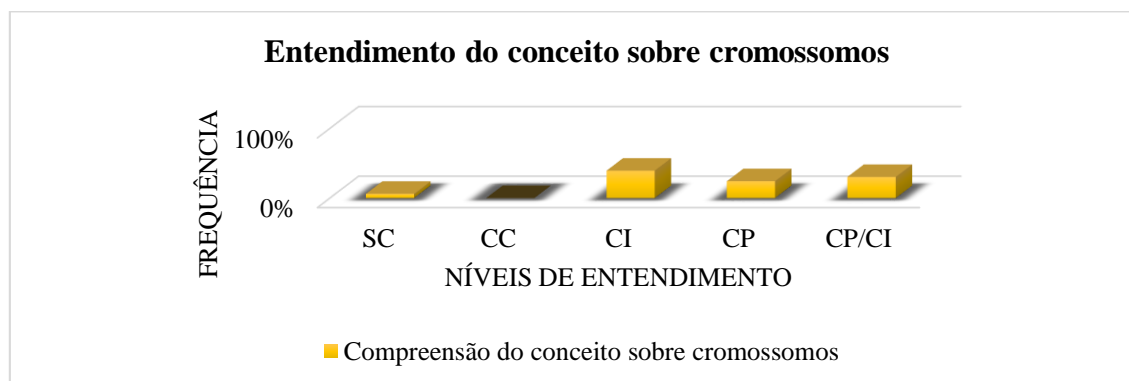
A abordagem relacional de tais conteúdos parece não estar presente no discurso dos professores, daí o conteúdo tornar-se difícil, estático e confinado apenas ao âmbito da estrutura celular, como estruturas isoladas e simplificadas, sem levar em consideração a cooperação sistematizada do núcleo, do citoplasma e seus componentes envolvidos nos processos e fisiologia celular (TOPÇU; SAHIN-PEKMEZ, 2009).

A análise das representações dos desenhos sobre os cromossomos, mostrou, de modo geral, um baixo nível de compreensão científica dos conceitos relacionados à estrutura dos cromossomos. A maioria (40%) dos alunos participantes da pesquisa apresentou compreensão incoerente (CI), 30% apresentaram compreensão parcial e incoerente (CP/CI), 24% demonstraram compreensão parcial e 6% não fizeram representações deixando a folha de resposta em branco (Gráfico 2).



n. 19 (jul. – dez. 2015), dez./2015 – Movimento Epistemológico

Gráfico 2 – Frequência (%) de respostas das representações sobre cromossomos por níveis de entendimento.



Legenda: SC: sem compreensão; CC: Compreensão coerente; CI: Compreensão incoerente; CP: Compreensão parcial e CP/CI: Compreensão parcial e incoerente.

Fonte: Elaboração própria.

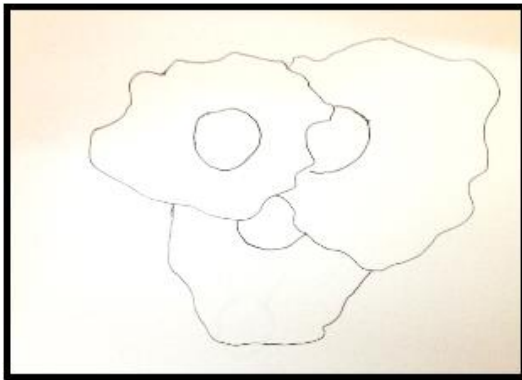
As representações mentais expressas pelos alunos revelaram lacunas no conhecimento sobre esse conceito, constatadas pelas evidências de dúvidas e confusão entre os termos cromossomos, DNA, cariótipo e até a organização a nível celular. Constatou-se que 35% dos alunos tentaram desenhar estruturas parecidas com as células, com representações estruturais semelhantes ao material genético, no entanto, poucos alunos identificaram as estruturas, e os que identificaram se referiram ao material genético como cromossomos.

As representações mentais sobre os cromossomos exibiram alguns equívocos sobre o conceito, como, por exemplo, cromossomos representados por estruturas celulares dispersas aleatoriamente dentro ou fora de um espaço delimitado como uma célula, mostrando que o aluno não faz distinção entre o que é uma célula e um cromossomo. Os cromossomos são representados por linhas tortuosas, ora envolvidos pela carioteca, localizados dentro do núcleo, lembrando a estrutura celular eucariótica, ora dispersos no citoplasma como uma estrutura da célula procariótica (Figura 8).

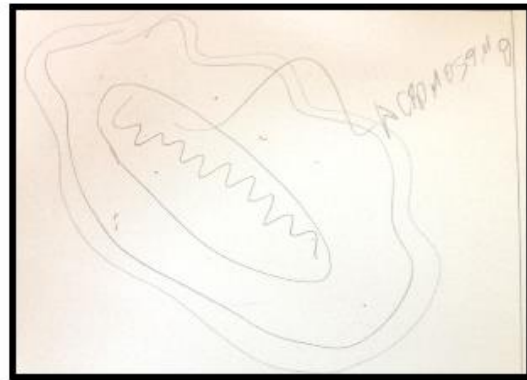
Em 25% dos desenhos, esquematizados sobre os cromossomos, foram representados por formas semelhantes ao braço dos cromossomos, evidenciando que os alunos possuíam algum entendimento sobre a estrutura dos cromossomos, mas não souberam definir ao certo o que seriam essas estruturas, fazendo referência por meio dos esquemas com apenas uma das partes dos cromossomos. Essas representações foram categorizadas com uma compreensão parcial por

reconhecer parte da estrutura de um cromossomo e incoerente por representá-lo como estrutura dentro do núcleo (CP/CI), conforme mostra a Figura 9.

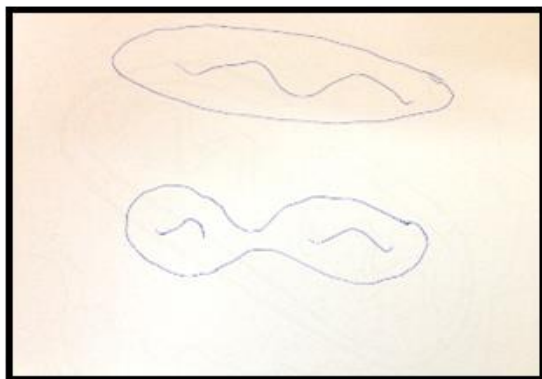
Figura 8 - Exemplo de representação que lembra uma célula eucariótica categorizada pelo nível de compreensão parcial e incoerente (CP/CI) e B, C e D com representações que lembram células procarióticas categorizadas pelo nível de compreensão parcial e incoerente (CP/CI).



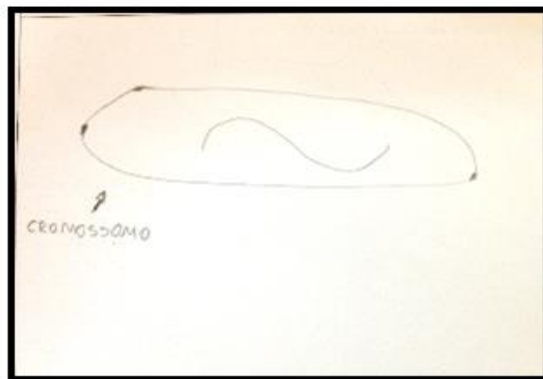
A: Representações sobre cromossomos, contendo erros conceituais (apresentação de células como cromossomos).



B: Representações sobre cromossomos, contendo erros conceituais (célula procariótica com carioteca envolvendo o material genético).

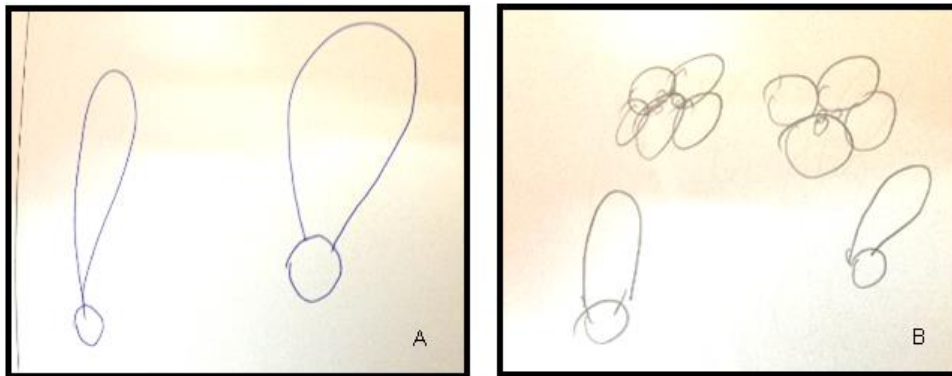


C: Representações de cromossomos, contendo erros conceituais (linhas tortuosas em esquema sem identificação alguma).



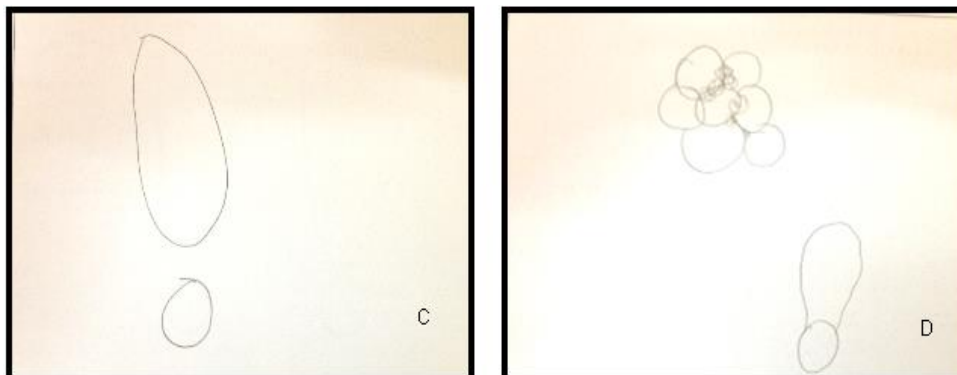
D: Representações sobre cromossomos, contendo erros conceituais (linhas tortuosas em esquema sem identificação alguma).

Figura 9 - A, B, C e D exemplos das representações que lembram braços de cromossomos, categorizadas pelo nível de compreensão parcial e incoerente (CP/CI).



A: Representações lembrando cromossomos, lembrando os braços.

B: Representações lembrando partes cromossomos.



C: Representações lembrando partes cromossomos.

D: Representações lembrando partes cromossomos.

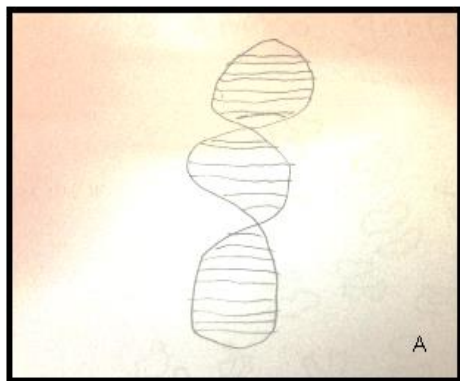
Um pequeno percentual (3%) representou os cromossomos como estruturas esquematizadas em dupla hélice, reportando ao modelo do DNA, porém sem identificação. Cada estrutura encontra-se ligada por linhas finas, que lembram as pontes de hidrogênio que unem as duas estruturas, Figura 10 (A). Representações com referência à célula reprodutora masculina foram encontradas em 6%, dos esquemas desenhados, Figura 10 (B e C).

Percentuais de 6% dos desenhos sobre cromossomos apresentaram esquemas de estruturas ligeiramente organizadas, lembrando um cariógrama. Os alunos tomaram como base esquemas que se encontram nos livros didáticos, levando em consideração a forma e o número de cromossomos, reportando ao cariótipo, Figura 10 (D), contendo erros conceituais em relação à

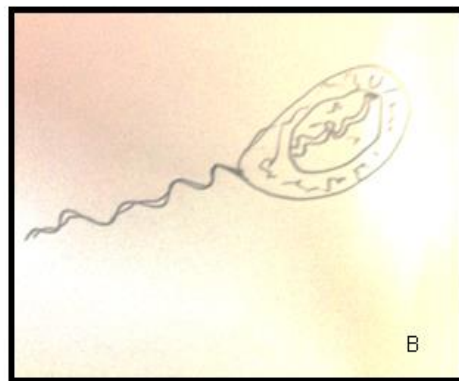
forma, organização e número. No geral, as estruturas não representam cromossomos, pois apresentam-se como vesículas aparentemente organizadas aos pares.

Outros desenhos apresentados pelos alunos, com um percentual bem significativo de 39%, foram categorizados para o nível de compreensão incoerente (CI), pois não mostraram nenhuma relação com a estrutura do cromossomo solicitada e conceitos pré-estabelecidos para análise.

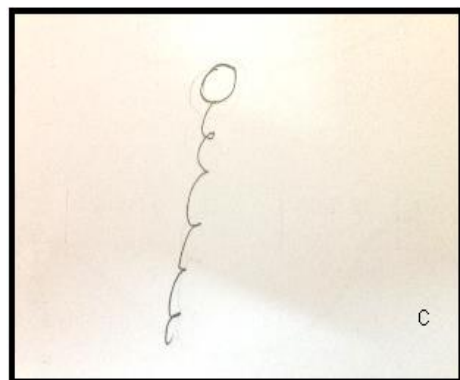
Figura 10 - Representações dos cromossomos categorizadas de acordo com o nível de entendimento: A. semelhante a estrutura da molécula do DNA (CP/CI); B, C semelhante a célula reprodutora masculina (CI) e D, semelhante a um cariótipo com nível de compreensão parcial (CP/CI).



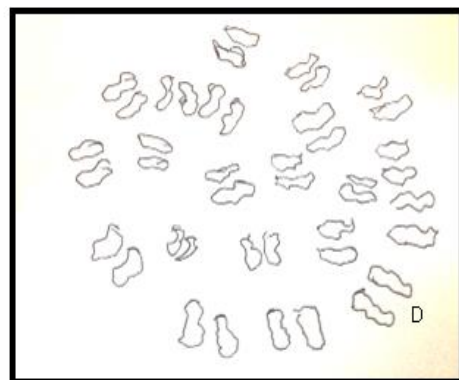
A: Representações sobre cromossomos, remetendo a estruturas do DNA.



B: Representações sobre cromossomos, com referência ao espermatozoide.



C: Representações sobre cromossomos, com referência ao espermatozoide.



D: Representações sobre cromossomos, com referência ao cariótipo sem organização em relação à forma, tamanho e número.

Vale ressaltar aqui que quando foi solicitado ao aluno que desenhasse a célula, nenhum aluno identificou o cromossomo no interior do núcleo e, também, não identificou os cromossomos

como material genético; dessa forma, observou-se a dificuldade dos alunos em estabelecer uma organização de seus conhecimentos, mostrando falta de conhecimentos básicos em torno de conceitos que são necessários para a compreensão de outros mais complexos.

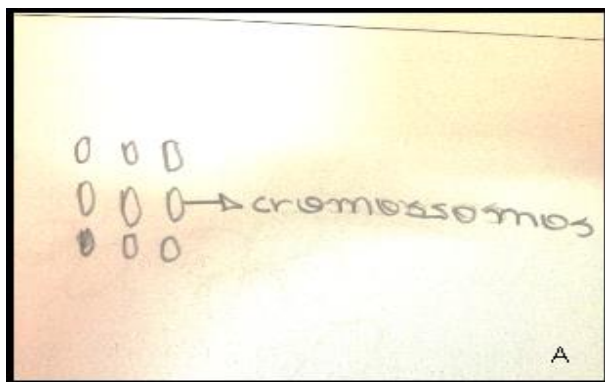
Observa-se que 25% dos estudantes representaram esquemas sobre cromossomos por meio de braços dos cromossomos em pares ou individuais.

Um percentual de 3% das representações estava relacionado à estrutura em dupla hélice reportando ao modelo de molécula do DNA, essa representação mostra que o aluno não conseguiu estabelecer diferenças entre as estruturas do cromossomo e do DNA.

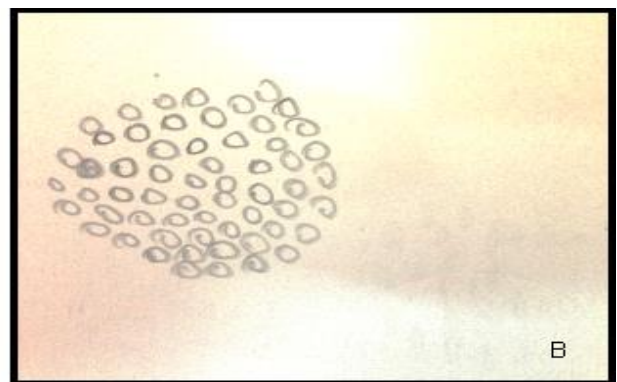
Ao reportar-se às estruturas ligeiramente organizadas, levando em consideração a forma, o tamanho e o número de cromossomos, lembrando um cariógrama, observou-se um percentual de 6,4% da representação contendo erros conceituais em relação aos critérios estabelecidos e aceitos cientificamente que caracteriza um cariótipo. No geral, as representações mostraram-se como vesículas aparentemente organizadas aos pares, mas não como cromossomos.

Em igual percentual estavam representações que lembram as células reprodutoras masculinas. Em 13% dos esquemas, os cromossomos foram representados por meio de estruturas que lembram o material genético dispersos no citoplasma “filamentos em hélices simples”, aparentemente apresentados em estruturas semelhantes às células procarióticas, Figura 11 (A, B, C e D).

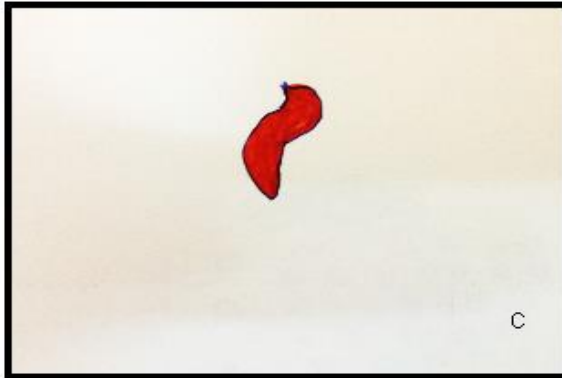
Figura 11 - A, B, C e D exemplos das representações com nível de compreensão incoerente sobre cromossomos (representações sem compreensão) (CI).



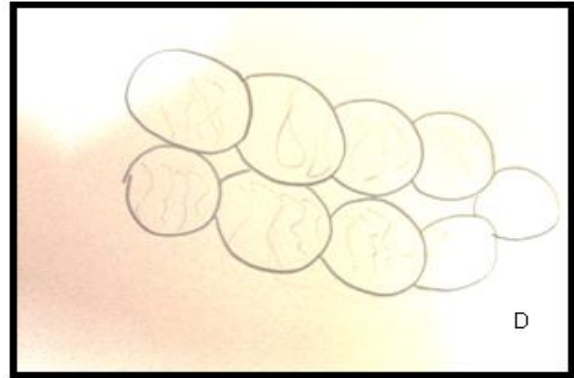
A: Representações sobre cromossomos, contendo erros conceituais (representação sem compreensão).



B: Representações sobre cromossomos, contendo erros conceituais (representação sem compreensão).



C: Representações sobre cromossomos, contendo erros conceituais (representação sem compreensão).



D: Representações sobre cromossomos, contendo erros conceituais (representação sem compreensão).

Um estudo realizado por Lima, Pinton e Chaves (2007), com alunos do ensino médio, revelou resultados semelhantes aos encontrados nesta pesquisa. Os autores afirmam que a porcentagem dos alunos que não desenharam os três conceitos – DNA, gene e cromossomos – foi de 16% para o primeiro ano, 6% para o segundo e 0% para o terceiro ano. A maioria dos alunos do primeiro (30%) e do segundo ano (56%) desenharam os três conceitos, porém de forma cientificamente incorreta. A maior parte dos estudantes do terceiro ano desenharam os três conceitos, sendo que um ou dois estavam corretos (56%). Foi detectada no terceiro ano a maior porcentagem dos três conceitos desenhados de forma correta (11%), seguido pelo primeiro (5%) e segundo ano (4%). É interessante notar que embora os alunos do terceiro ano não tenham conseguido formular respostas escritas completas para os conceitos, uma parte deles (11%) conseguiu expressar os conceitos corretamente através do desenho.

Uma possível explicação para os resultados encontrados nesta pesquisa pode estar vinculada ao grande número de informações novas sobre esses conceitos que os alunos recebem no decorrer dos anos do ensino fundamental, sendo assim, os estudantes não conseguem agregá-las ao conhecimento prévio e estabelecer relações com outros conceitos básicos e relevantes para a construção de seus próprios conhecimentos, desenvolvendo assim concepções alternativas. Essas concepções podem indicar que o aluno apropriou-se das palavras e não, necessariamente, do conceito, apresentando um entendimento ainda não elaborado, relacionado às imagens vistas na mídia, revistas e livros.

O entendimento dos alunos sobre os cromossomos não deve ser apresentado de forma isolado e fragmentado do conhecimento sobre a célula e sua organização. As representações dos



n. 19 (jul. – dez. 2015), dez./2015 – Movimento Epistemológico

alunos mostraram um entendimento vago, lembrando as representações dos livros didáticos, ou possivelmente da forma como foi apresentada pelo seu professor em sala de aula.

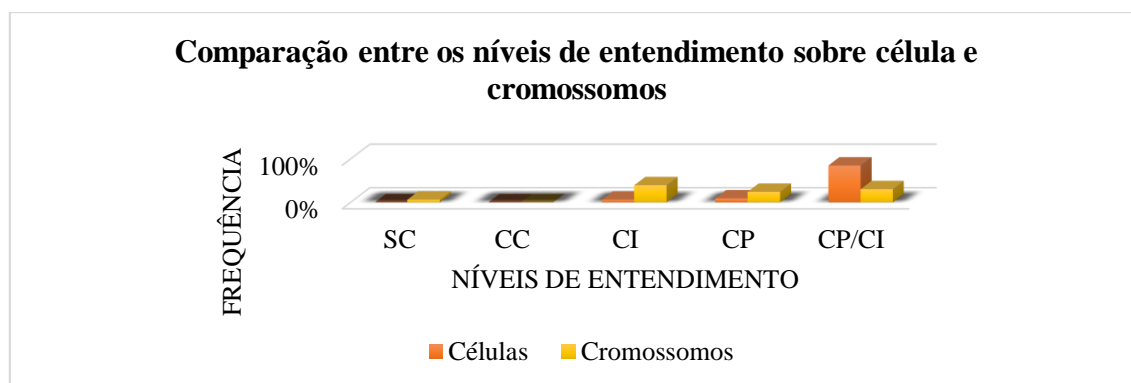
As representações mentais dos alunos sobre a célula e cromossomos expressos nos desenhos foram concordantes com os dados obtidos na análise das respostas escritas, evidenciando que os estudantes possuem dificuldade em expressar o entendimento sobre esses conceitos.

Comparativamente, os níveis de entendimento sobre a compreensão do conceito de célula e de cromossomo nos desenhos apresentou maior percentual para o nível de compreensão parcial e incoerente (CP/CI), sendo 30,3% dessa categoria de representação para os cromossomos e 85% para as células.

Ressalta-se que, para esse nível de entendimento, os alunos conseguiram compreender e representar, embora com concepções alternativas, as células, comparadas com as representações dos cromossomos. Assim, mesmo com concepções alternativas, evidencia-se maior entendimento sobre o conceito célula- do que cromossomos. Esses resultados indicam que as células são mais fáceis para abstrair e simplificar os detalhes concretos em relação ao entendimento do conceito do que para os cromossomos, que, por sua vez, mostram-se muito mais abstratos, ambíguos, vagos, indefinidos e confusos.

Além disso, a forma como a célula é representada no livro didático, aparentemente, é mais evidente e clara do que os cromossomos. Por outro lado, o conceito de cromossomo não se apresenta muito claro também nos livros, misturando-se a outros conceitos como o DNA e genes, dificultando a compreensão e o estabelecimento de relações a outros conceitos.

Gráfico 3 – Comparação entre os níveis de entendimento dos conceitos sobre célula e cromossomo.



Legenda: SC: sem compreensão; CC: Compreensão coerente; CI: Compreensão incoerente; CP: Compreensão parcial e CP/CI: Compreensão parcial e incoerente).



n. 19 (jul. – dez. 2015), dez./2015 – Movimento Epistemológico

O nível de entendimento com compreensão incoerente (CI) dos estudantes foi de 39% para as representações dos cromossomos e 6% para as representações sobre as células. Dessa forma, percebeu-se que o nível de incompreensão para as representações sobre os cromossomos também foi maior que o nível de incompreensão para as representações celulares, em concordância com a análise para o nível de compreensão parcial e incoerente (CP/CI), apresentada anteriormente.

Considerando o nível de entendimento com compreensão parcial, obteve-se um percentual de 24% para as representações sobre os cromossomos e 9% para as representações sobre as células. Evidenciou-se que os alunos, ao fazerem as suas representações, mostraram dificuldades em apresentar os seus modelos mentais em torno dos conceitos sobre cromossomos e células. Os alunos que conseguiram representar os cromossomos e as células mostraram desenhos muito parecidos com os encontrados nos livros didáticos, expressando ideias superficiais e vagas em seus desenhos.

Não se observou compreensão coerente (CC) para esses dois conceitos e 6% não representaram os cromossomos, deixando em branco a folha de resposta, enquanto que nenhum aluno deixou de expressar o seu entendimento sobre a célula. Foi evidenciado um entendimento parcial cientificamente aceito para o conceito de células (85%), do que para os cromossomos (30%), embora com entendimento associado a representações vagas contendo erros conceituais e equívocos (CP/CI).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As concepções alternativas evidenciadas nesta pesquisa estão relacionadas às dificuldades de reconhecimento da célula como unidade formadora dos seres vivos; dificuldade de associação entre células e moléculas, além de dificuldade de reconhecimento e identificação das partes constituintes da célula (membrana, citoplasma e núcleo), confundindo a membrana plasmática como citoplasma e vice versa; organelas citoplasmáticas (ausência de organelas/estruturas no citoplasma) e material nuclear (cromossomo) dentro do núcleo.

Existem poucos trabalhos que abordam as dificuldades de aprendizagem de conteúdos de biologia estudados no ensino fundamental, especialmente genética e biologia celular. Portanto, é pertinente e necessária a identificação das concepções alternativas dos estudantes, já no ensino fundamental, para o professor conhecer as lacunas de aprendizagem desses conceitos, e se



n. 19 (jul. – dez. 2015), dez./2015 – Movimento Epistemológico

disponem a propor alternativas didáticas inovadoras, visando a superar e a prevenir a permanência dessas dificuldades para o ensino médio e superior. Nesse sentido, o planejamento de estratégias de ensino e aprendizagem adequadas pelo professor pode favorecer a compreensão dos conceitos de genética, contribuindo também para a caracterização da ciência.

As investigações no campo da Educação em Ciências têm mostrado resultados que apontam que as imagens são mais facilmente lembradas do que as representações verbais correspondentes, e, também, o efeito positivo das imagens no processo de aprendizagem dos alunos.

Um dos principais problemas detectados, nos desenhos, foi a falta ou a dificuldade de representação que fizesse alguma relação entre a definição dos conceitos Gene, DNA, cromossomo e núcleo evidenciados pelo grande número de equívocos desses conceitos nos instrumentos utilizados.

De acordo com os resultados apresentados e diante de algumas limitações e fragilidades encontradas nos instrumentos aplicados, propõe-se a utilização de entrevistas com questões abertas, e também com os desenhos, para o levantamento das concepções alternativas de estudantes, uma vez que, através das entrevistas, podem-se esclarecer dúvidas e coletar um maior número de informações complementares favorecendo a apresentação dos resultados da pesquisa.

Vale ainda ressaltar que o processo de formação de conceitos é longo e complexo, e, mesmo ao final das atividades organizadas e desenvolvidas, muitos alunos ainda não conseguem atingir as fases finais de elaboração dos conceitos científicos referentes à genética.

Tendo em vista as lacunas de conhecimento detectadas nesta pesquisa, se faz necessário a intervenção dos professores como mediadores do processo de ensino e aprendizagem, introduzindo estratégias inovadoras e diferenciadas para a superação das dificuldades, partindo do pressuposto de Ausubel de que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa dos conteúdos considerados de difícil ensino e aprendizagem (MOREIRA *et al.*, 2000).

REFERÊNCIAS

ANDRADE, D.M. et al. A percepção de professores acerca das dificuldades de aprendizagem dos alunos. **Professores em Formação**, n. 2, 2011. Disponível em:

CIRNE, Adriana Damasceno Pereira Pinto; COSTA, Ivaneide Alves Soares da. Concepções alternativas sobre conceitos de genética no ensino fundamental.



n. 19 (jul. – dez. 2015), dez./2015 – Movimento Epistemológico

<<http://www.funedi.edu.br/revista/files/numero2/apercepcaodosprofessoresacercadasdificuldades deaprendizagemdosalunos.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2013.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010.

BOUJEMAA, A. et al.. University students' conceptions about the concept of gene: interest of historical approach. **US-China Education Review**, v.7, n.2, p. 9-15, feb. 2010. Disponível em: <<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED511219.pdf>>. Acesso em: 3 jul. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais ensino médio – pcnem: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 1998. 138p.

_____. _____. **Parâmetros curriculares nacionais ensino médio – pcnem: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2000. 364p.

CID, M.; J. NETO, A.. Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética. **Enseñanza de las Ciencias**, n.extra, p. 1-5, 2005. Disponível em: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp270difapr.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2013.

GALIAZZI, M. C. et al.. (Orgs.). **Construção curricular em rede na educação em ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula**. Ijuí: Unijuí, 2007.

GRAVINA, M.H.; BUCHWEITZ, B. Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com eletricidade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.16, n.1-4, p. 110-119, 1994. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol16a11.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2012.

KÖSE, S.. Diagnosing student misconceptions: using drawings as a research method. **World Applied Sciences Journal**, v. 3, n. 2, p. 283-293, 2008. Disponível em: <[http://www.idosi.org/wasj/wasj3\(2\)/20.pdf](http://www.idosi.org/wasj/wasj3(2)/20.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2013.

LIMA, A. C.; PINTON, M.R.G.M.; CHAVES, A.C.L. O entendimento e a imagem de três conceitos: dna, gene e cromossomo no ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2007. p.1-12. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p464.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

MOREIRA, M. A. et al. (Orgs.). Teoria da aprendizagem significativa. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 3., 2000, Peniche. **Contributos...** Peniche, 2000. p.1-146. Disponível em: <<https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/1320/1/Livro%20Peniche.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2012.

CIRNE, Adriana Damasceno Pereira Pinto; COSTA, Ivaneide Alves Soares da. Concepções alternativas sobre conceitos de genética no ensino fundamental.



n. 19 (jul. – dez. 2015), dez./2015 – Movimento Epistemológico

OLIVEIRA, S. S.. Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 26, p. 233-250, jul./dez. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-40602005000200016&script=sci_arttext>. Acesso em: 13 jul. 2013.

PEDRANCINI, V. D.. **A organização do ensino de biologia e o desenvolvimento do pensamento conceitual**. 2008. 225 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino da Matemática)-Universidade Estadual de Maringá, 2008. Disponível em: <<http://cienciaematemática.vivawebinternet.com.br/media/dissertacoes/cc3a593e24dd22f.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2012.

PETER, C. A.; NADIR, R. Concepções sobre espaço, forma e carga gravitacional do planeta terra entre crianças de uma segunda série do ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005. v. 5. Disponível em: <www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/1/doc/p730.doc>. Acesso em: 15 dez. 2012.

POZO, J. I.; CRESPO, M.A.G.. **Aprender y enseñar ciencias**. Madrid: Ediciones Morata, 1998.

_____; _____. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RATZ, S. V. S.; MARTINS, P. C. M.; MOTOKANE, M. T. As concepções alternativas de estudantes sobre as implicações socioambientais do uso dos transgênicos. **Genética da Escola**, São Paulo, v.8, n.1, p. 58-67, 2013. Disponível em: <http://geneticanaescola.com.br/wp-home/wp-content/uploads/2013/04/VersPress/Genetica-na-Escola-81-Artigo-07_Press.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2013.

SCHNEIDER, E. M.; *et al.* Conceitos de gene: construção histórico-epistemológica e percepções de professores do ensino superior. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n.2, p. 201-222, 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID261/v16_n2_a2011.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2012.

SILVEIRA, R. V. M; AMABIS, J. M.. Como os estudantes do ensino médio relacionam os conceitos de organização e localização do material genético? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Baurú, SP. **Anais...** Bauru, 2003. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL052.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2013

TOPÇU, M. S.; ŞAHİN-PEKMEZ, E.. Turkish middle school students' difficulties in learning genetics concepts. **Journal of Turkish Science Education**, v.6, n.2, p. 55-52, Aug. 2009. Disponível: <<http://www.tused.org/internet/tused/archive/v6/i2/text/tusedv6i2s5.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2013.