

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Educação - FaE

Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG

Especialização em Educação em Ciências

Danielle Andreza da Cruz Ferreira

**Biologia Celular: concepções prévias e perspectiva de ensino por investigação
no sexto ano do Ensino Fundamental**

**Belo Horizonte
Novembro 2019**

Danielle Andreza da Cruz Ferreira

**Biologia Celular: concepções prévias e perspectiva de ensino por investigação
no sexto ano do Ensino Fundamental**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no curso Especialização em Educação em Ciências, do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de especialista.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Orientador (a): Lúcia Maria Porto de Paula

**Belo Horizonte
Novembro 2019**

F383b
TCC

Ferreira, Danielle Andreza da Cruz, 1989-
Biologia celular [manuscrito] : concepções prévias e perspectiva de ensino por investigação no sexto ano do ensino fundamental / Danielle Andreza da Cruz Ferreira. - Belo Horizonte, 2019.
44 f. : enc, il.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.
Orientadora: Lúcia Maria Porto de Paula.
Bibliografia: f. 42-44.

1. Educação. 2. Ciências (Ensino fundamental) -- Estudo e ensino. 3. Ciências (Ensino fundamental) -- Métodos de ensino. 4. Biologia -- Estudo e ensino (Ensino fundamental). 5. Células -- Estudo e ensino (Ensino fundamental). 6. Citologia -- Estudo e ensino (Ensino fundamental). 7. Aprendizagem por atividades.
I. Título. II. Paula, Lúcia Maria Porto de, 1965-. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 372.35

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)
Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O

Dados de Identificação:

ALUNO: DANIELLE ANDREZA DA CRUZ FERREIRA

TÍTULO DO TRABALHO: *Didática Celular: Concepções prévias e perspectivas
ensino por investigação no sexto ano do Ensino Fundamental.*

Banca Examinadora:

Professor Orientador: Lúcia Maria Pôrto de Paula

Professor Examinador: Carla Ribeiro de Paiva Gomes

Parecer:

Aos 30 dias do mês de *novembro* de *2019*, reuniram-se na sala 5.02 do CECIMIG, o professor orientador e o examinador, acima descritos, para avaliação do trabalho final do(a) aluno(a) *Danielle Andreza da Cruz Ferreira*

Após a apresentação, o(a) aluno(a) foi arguido e a banca fez considerações conforme formulário anexo:

Danielle desenvolveu muito bem seu referencial teórico dialogando com os resultados obtidos. A ideia do trabalho é válida e faz muito bom sentido.

Assim sendo, a banca considera o trabalho aprovado

aprovado mediante modificações com entrega até 03/02/2020

reprovado. Agendamento de nova defesa até 27/02/2020

Belo Horizonte, *30* de *novembro* de *2019*

Assinatura da banca:

Lúcia Maria Pôrto de Paula
Carla Ribeiro de Paiva Gomes

NOTA: *100,0*

Obs: no caso da banca indicar reformulações, o orientador deverá encaminhar ao colegiado, ao final do prazo estipulado, carta informando se as modificações foram feitas conforme recomendado pela banca examinadora. O colegiado, então, submeterá o parecer a aprovação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora Lucia Maria Porto de Paula pelo apoio, otimismo e confiança. À Ludmila Olandim de Souza por ser uma tutora excepcional disposta a ajudar em todos os momentos. À Faculdade de Educação da UFMG, especialmente à figura dos professores responsáveis pela idealização e condução da especialização em ensino de ciências. Aos alunos que participaram desta pesquisa. Agradeço imensamente às pessoas que amo por sempre estarem do meu lado e respeitarem as minhas escolhas, principalmente a minha mãe: Rosilene da Cruz Ferreira.

Resumo

A Base Nacional Comum Curricular propõe, dentre outras alterações, uma reorganização do conteúdo escolar ao longo dos anos do ensino fundamental. Uma das mudanças é a transferência do conteúdo biologia celular para o sexto ano do ensino fundamental. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi investigar as concepções prévias dos estudantes do 6º ano do ensino fundamental de um Colégio Militar de Minas Gerais acerca do conceito célula e discutir como estratégias pedagógicas de enfoque investigativo podem contribuir para uma evolução conceitual e uma aprendizagem significativa deste conteúdo. A metodologia adotada foi quali-quantitativa e as concepções prévias foram investigadas através de entrevistas semi-estruturadas, desenhos e textos produzidos pelos alunos. As concepções mais frequentes foram: caráter microscópico das células e associação de células a micro-organismos, substâncias, moléculas ou átomos. No geral, verifica-se que as concepções dos alunos do 6º ano são heterogêneas e comuns a diversas faixas etárias.

Palavras chave: Aprendizagem significativa. Ensino por investigação. Célula.

Abstract

The Base Nacional Comum Curricular proposes, among other changes, a reorganization of the school content over the years of elementary school. One of these is relocating the cell biology content to the sixth grade of elementary school. Thus, the aim of the present article was to investigate the previous conceptions of the students in the sixth grade of elementary school from a Military School of Minas Gerais about the concept cell and to discuss how pedagogical strategies Inquiry-based learning could contribute to a conceptual evolution and a significant knowledge of this content. The methodology used was qualitative and quantitative and the previous conceptions were investigated through semi-structured interviews, drawings and texts made by the students. The most frequent conceptions were: microscopic character of cells and association of cells with microorganisms, substances, molecules or atoms. In general, it is perceptible that the conceptions of the sixth grade students are heterogeneous and common to diverse ages.

Keywords: Meaningful learning. Inquiry-based learning. Cell.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Representação do que é célula a partir da experiência de olhar ao microscópio	20
Figura 2	Representações que associam células a micro-organismos	21
Figura 3	Representação que demonstra conhecimentos sobre a teoria celular	23
Figura 4	Representação do conhecimento equivocado sobre a teoria celular	24
Figura 5	Representações que demonstram desconhecimento sobre os níveis de organização	24
Figura 6	Representação de célula	25
Figura 7	Representação que associam célula a átomos, moléculas ou substâncias.	26
Figura 8	Representação que associam célula a átomos, moléculas ou substâncias	27
Figura 9	Representação que associam célula a sangue	28
Figura 10	Representações de células dos alunos do sexto ano	28
Figura 11	Representações de célula que remetem ao DNA	29
Figura 12	Representação de célula que faz associação com o metabolismo celular	30
Figura 13	Representação da dualidade da célula	31
Figura 14	Representação que associa célula a síndrome cromossômicas.	31
Figura 15	Representação que ilustra a heterogeneidade encontrada em uma sala de aula	32
Figura 16	Reconhecimento a partir de figuras da presença ou ausência de células	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Frequência de conhecimentos prévios associados ao conceito de célula.	19
----------	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AS- Aprendizagem significativa

BNCC- Base Nacional Comum Curricular

CBC- Currículo Básico Comum

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAIS TEÓRICOS	13
2.1 Aprendizagem significativa	13
2.2 Ensino por investigação	15
3. METODOLOGIA	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO	40
6. REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

A educação escolar brasileira passa por uma fase de reestruturação marcada pela aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver no ensino básico (BRASIL, 2017).

A BNCC propõe para o ensino de ciências da natureza no ensino fundamental três unidades temáticas: matéria e energia, vida e evolução e terra e universo. Em cada unidade são descritos os objetos de conhecimentos (conteúdos), objetivos e habilidades que devem ser alcançadas em cada ano escolar. As escolas devem adequar os currículos com base nas diretrizes propostas pela BNCC até 2020. Contudo, algumas instituições já iniciaram o processo, este é o caso de um Colégio Militar de Minas Gerais.

A organização dos objetos de conhecimento proposta na BNCC é bem distinta da estrutura do currículo básico comum (CBC) que seguíamos no ensino fundamental na área de ciências em Minas Gerais, principalmente no aspecto relacionado à distribuição dos conteúdos de física e química ao longo dos quatro anos do ensino fundamental, antes concentrado no 9º ano. Uma modificação que merece destaque é a inclusão do conteúdo biologia celular no 6º ano do ensino fundamental, cuja habilidade associada é: “Explicar a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos”.

O ensino e aprendizagem do conteúdo Biologia Celular representa um desafio para professores e alunos. Algumas das dificuldades apontadas incluem: o alto grau de abstração exigido, a escala microscópica da célula e a diversidade de conceitos (GREGÓRIO *et al.*, 2016; PEGORARO *et al.*, 2003). Associado a isso, há a influência do grau de maturidade na compreensão de significados. Assim alunos do 6º ano do ensino fundamental, cuja faixa etária se encontra entre 11 e 12 anos, poderão apresentar dificuldades ainda maiores.

Há muitos estudos sobre o processo de ensino/aprendizagem de Biologia Celular, contudo, a maioria se concentra nos alunos do 8º ano do ensino fundamental, ensino médio ou do ensino superior (licenciandos) (LEGEY *et al.*, 2012). Portanto, diante das adequações à BNCC é importante que sejam conduzidos estudos que analisem aspectos relacionados aos alunos do 6º ano, que

podem possuir peculiaridades importantes que irão influenciar no ensino/aprendizagem do conteúdo.

Nesta perspectiva, o objetivo do presente trabalho foi investigar as concepções prévias dos estudantes do 6º ano do ensino fundamental de um Colégio Militar de Minas Gerais acerca de citologia e discutir como estratégias pedagógicas de caráter investigativo podem contribuir para uma evolução conceitual e uma aprendizagem significativa deste conteúdo.

2. REFERENCIAIS TEÓRICOS

2.1 Aprendizagem significativa

Um dos conceitos centrais discutido por Ausubel é a aprendizagem significativa (AS) que pode ser assim definida:

é aquela em que as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé da letra, e não-arbitrária significa que interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2011, p. 2)

O conhecimento prévio do sujeito sobre determinado tema é denominado por Ausubel de subsunçor e as interações entre eles constituem a estrutura cognitiva do indivíduo. Nesta perspectiva, o mais importante é aquilo que o aluno já sabe, e a averiguação de quais são os conhecimentos prévios relacionados a determinado tema podem ajudar no planejamento pedagógico.

O professor poderá, por exemplo, ao planejar a sua sequência didática identificar as ideias mais gerais, os conceitos estruturantes ou chaves para progressivamente ir os diferenciando. Nesse caso, o novo conhecimento é ancorado a conhecimentos prévios mais abrangentes. Por exemplo, no caso da biologia celular o conceito mais geral é o de célula e a partir do momento que se alcança uma aprendizagem significativa desse conceito geral ficará mais fácil a compreensão de todos os outros conceitos subordinados, como tipos celulares (eucarionte e procarionte), organelas, funções, especializações e etc. Logo, a aprendizagem significativa é progressiva, a qual Ausubel denominou de aprendizagem significativa por subordinação. Porém, a aprendizagem ainda poderá ocorrer de outras formas como por superordenação ou combinatória.

Na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel a estrutura cognitiva é um conjunto hierárquico de subsunçores relacionados, porém a posição nesta hierarquia não é fixa. Os subsunçores também se modificam ao interagir com o novo conhecimento. O subsunçor pode ficar mais rico de significados, mais diferenciado

conforme interage com o novo conhecimento, podendo assim facilitar ainda mais novas aprendizagens.

Para que a aprendizagem significativa ocorra são necessárias as seguintes condições:

- a) O material de aprendizagem tem que ser potencialmente significativo;
- b) O aprendiz deve possuir uma predisposição para aprender.

No último item temos a ideia que o indivíduo deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitraria e não-literal, a seus conhecimentos prévios. Quanto mais um indivíduo domina significativamente um campo de conhecimentos, mais se predispõe a novas aprendizagens.

A aprendizagem significativa promove uma maior possibilidade do estudante conseguir transferir o conhecimento adquirido para novas situações e também possibilita uma maior retenção ou maior facilidade na reaprendizagem em caso de esquecimento.

Para Ausubel (1978) o conhecimento prévio é o fator mais importante para a aprendizagem significativa. Ao mesmo tempo, Bachelard (1996) pondera que, algumas vezes, o conhecimento prévio pode constituir verdadeiros obstáculos epistemológicos. Essas considerações reforçam a importância de se saber quais são as concepções que os alunos estão levando para a sala de aula. E como conseguiremos saber quais são essas concepções?

A linguagem exerce um papel essencial na compreensão das concepções prévias e facilitação da aprendizagem significativa, seja por permitir ao professor captar as explicações e reformulações dos alunos ou alcançar o compartilhamento de significados socialmente aceitos entre professor e aluno que necessariamente envolve linguagem. Em primeira instância aprender ciências é aprender uma nova linguagem, a científica.

A teoria de Ausubel propõe uma visão construtivista da aprendizagem significativa. Já Novak, um dos co-autores da teoria da aprendizagem significativa, incorpora as experiências afetivas e psicomotoras como importantes para o engrandecimento do ser humano, ou seja, incorpora um caráter mais humanista a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011). Assim, outra condição para a aprendizagem significativa seria considerar o contexto no qual o aluno está inserido e o uso social do objeto a ser estudado.

As atividades colaborativas, em pequenos grupos, têm grande potencial para

viabilizar a aprendizagem significativa porque possibilitam o intercâmbio, a negociação de significados, e colocam o professor na posição de mediador. O ensino por investigação parece satisfazer bem nesse quesito e é uma abordagem muito interessante.

2.2 Ensino por investigação

O ensino tradicional no qual o professor é o detentor do conhecimento e o transmite de forma passiva aos alunos não é efetivo para a construção do conhecimento. Uma abordagem interessante, e que ganha cada vez mais popularidade nos currículos e na pesquisa internacional, é o ensino por investigação (PEDASTE *et al.*, 2015).

O ensino por investigação constitui uma abordagem didática que possibilita atingir o objetivo da educação científica por uma perspectiva construtivista na qual o aluno assume uma posição de protagonista podendo raciocinar e construir o seu conhecimento seguindo passos similares aos dos cientistas (CARVALHO, 2013).

O ensino por investigação é capaz de:

Envolver ativamente os alunos em sua aprendizagem, através da geração de questões e problemas nos quais a investigação é condição para resolvê-los, por meio da coleta, análise e interpretação de dados que levem à formulação e comunicação de conclusões. (MELVILLE *et al.*, 2008)

Para tanto, deve-se planejar de forma adequada as sequências de ensino investigativas para que propiciem aos estudantes um espaço investigativo no qual eles tragam seus conhecimentos prévios para iniciar os novos (CARVALHO, 2013), para que possam ter ideias próprias, levantar hipóteses, testá-las e discutir com professor e colegas, desenvolvendo assim uma linguagem científica e ampliando a sua cultura científica. Nesse contexto, a interação social entre alunos e com o professor é muito importante ao levá-los à argumentação contribuindo para a alfabetização científica (SASSERON, 2015). Além disso, o trabalho em grupo permite que os alunos se sintam mais livres para propor ideias aos seus pares.

Diversas atividades podem ser abordadas sob um aspecto investigativo sejam

elas, experimentais ou não. As atividades práticas, muitas vezes, são vistas como a única opção, porém em alguns casos podem de fato não ser investigativas, muito dependerá da forma como o professor conduz a aula (MUNFORD & LIMA, 2007). O que é importante em uma atividade investigativa é que sempre inclua a motivação e o estímulo para discutir, argumentar, descrever e refletir (TRIVELATO *et al.*, 2015). Logo, a próxima questão que surge é: como organizar uma sequência para que ela seja de fato investigativa?

Para que tenhamos uma sequência investigativa é importante que ela possua alguns elementos essenciais. Pedaste *et al.*, (2015) identificou esses elementos ao revisar a literatura disponível e a partir deles estabeleceu fases do ciclo investigativo, com características próprias e que se complementam, conforme descrição abaixo:

- a) Fase de contextualização: É proposta a situação problema. Para ser um problema para os alunos, deve estar dentro de uma cultura, ou seja, ser contextualizado, ser interessante para eles, de tal modo que se envolvam na busca de uma solução. E nessa busca deve-se permitir que exponham seus conhecimentos espontâneos sobre o assunto. Nesta etapa é possível identificar conhecimentos prévios que podem constituir obstáculos à construção do conhecimento científico.
- b) Conceitualização: São propostas as questões que serão investigadas e as tentativas de explicações utilizando os conhecimentos prévios.
- c) Investigação: Nesta etapa é feito o planejamento e a execução da coleta de dados que podem ajudar a responder as questões levantadas. Pode-se criar hipóteses nessa fase e realizar experimentos. Além disso, os resultados obtidos deverão ser interpretados de forma a enxergar padrões e elaborar novos conhecimentos.
- d) Conclusão: Nesta fase o estudante deve ser capaz de responder à questão que suscitou a investigação e é desejável que compare com as suas explicações iniciais. Algumas vezes as conclusões podem levar a novos questionamentos e um ciclo de investigação gerar outros.

Todas as fases envolvem discussão e reflexão entre estudantes e professor. Inclusive é importante destacar que o professor em uma abordagem de ensino por investigação deve ser um orientador e fomentador da investigação, considerando as

ideias dos alunos e os instigando a explicitarem o seu ponto de vista (SASSERON 2015).

São várias as vantagens do ensino por investigação, dentre elas tem-se a motivação dos alunos, que contribui para a aprendizagem ao predispor o aluno a aprender, condição que Ausubel coloca como importante para a aprendizagem significativa. Além da oportunidade de se trabalhar o conteúdo conceitual, procedimental e atitudinal, contribuindo para uma formação mais integral, desenvolvimento da autonomia e integração de aspectos da própria cultura científica.

3. METODOLOGIA

A pesquisa ocorreu em um Colégio Militar de Minas Gerais com três turmas do sexto ano do ensino fundamental. Os alunos possuíam de dez a doze anos de idade e nível socioeconômico diversificado. Os estudantes ainda não tinham estudado durante o ano letivo o conteúdo biologia celular.

A abordagem utilizada foi quali-quantitativa e a coleta de dados ocorreu em dois momentos: durante uma entrevista semi-estruturada e na coleta de registros escritos. Além disso, observações gerais foram registradas no diário de campo da professora.

A atividade inicial consistiu na distribuição de uma folha na qual os alunos foram instruídos a responder de forma livre, utilizando desenhos e textos, a seguinte pergunta: O que é uma célula para você? Foi enfatizado que o objetivo não era verificar se a resposta estava certa ou errada e que logo eles não precisariam se preocupar com esse aspecto.

O tempo disponibilizado para a conclusão da atividade inicial foi quarenta minutos. Simultaneamente alguns alunos (22 alunos no total) foram convidados, de forma aleatória e individualmente, a participar de uma entrevista. Para tanto, foi utilizado um questionário semi-estruturado e as respostas foram registradas a mão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os noventa e sete alunos que participaram da pesquisa representaram o que é uma célula para eles através de desenhos e textos. As respostas foram heterogêneas revelando diferentes formas de pensar e se expressar, o que é comum em uma sala de aula (MORTIMER *et al.*, 2009).

Diversos conhecimentos prévios foram associados ao conceito célula pelos alunos e alguns deles foram citados de forma mais recorrente, como é o caso de moléculas/substâncias (23,71%) e micro-organismos (17,52%), o que pode ser observado na tabela 1.

Os desenhos das células, em mais de 90% das vezes, apresentavam formato arredondado e eram planificados, alguns registros foram selecionados para exemplificar os resultados encontrados.

Tabela 1: Frequência de conhecimentos prévios associados ao conceito de célula.

Conceitos associados com o significado de célula	Frequência (%)
São moléculas/substâncias	23,71
São micro-organismos	17,52
Associa célula como parte do corpo humano	16,49
Sangue	10,3
Caráter microscópico	9,27
Proteção contra doenças/ proteção geral	7,21
Forma organismos	6,18
Associa com a saúde	4,12
São organismos	4,12
Diferentes funções	2,06
Importância para o nosso corpo	2,06
Partícula de energia	2,06
Associação com músculos	1,03
Compõe seres vivos (maçã)	1,03
Dualidade boa e mal da célula	1,03

Fonte: Elaborada pela autora.

França (2015) aplicou um pré-questionário a alunos do 8º ano de um Colégio

Militar com idade entre 12 e 15 anos e em alguns aspectos as concepções foram similares as encontrados nesta pesquisa. Por exemplo, uma das questões propostas por França solicitava que os alunos associassem o termo célula a duas palavras e a maioria deles associou a palavras da categoria microscópica. Apesar de não ser predominante no nosso estudo, tal associação ocorreu com uma frequência alta (9,27%). A identificação do caráter microscópico das células é comum em pesquisas de concepções prévias (LEGEY *et al.*, 2012).

Na Figura 1 ao evidenciar a característica microscópica, os alunos retratam a percepção de célula que eles possuem a partir da experiência de olhar ao microscópio. Percebe-se que apesar da potencialidade para a aprendizagem, a simples observação de célula ao microscópio contribuiu pouco para a construção do conhecimento científico, pois o que os alunos estão ressignificando a partir desta experiência é que as células são pontinhos. Na Figura 1b o aluno ainda diz que as células são micro-organismos.

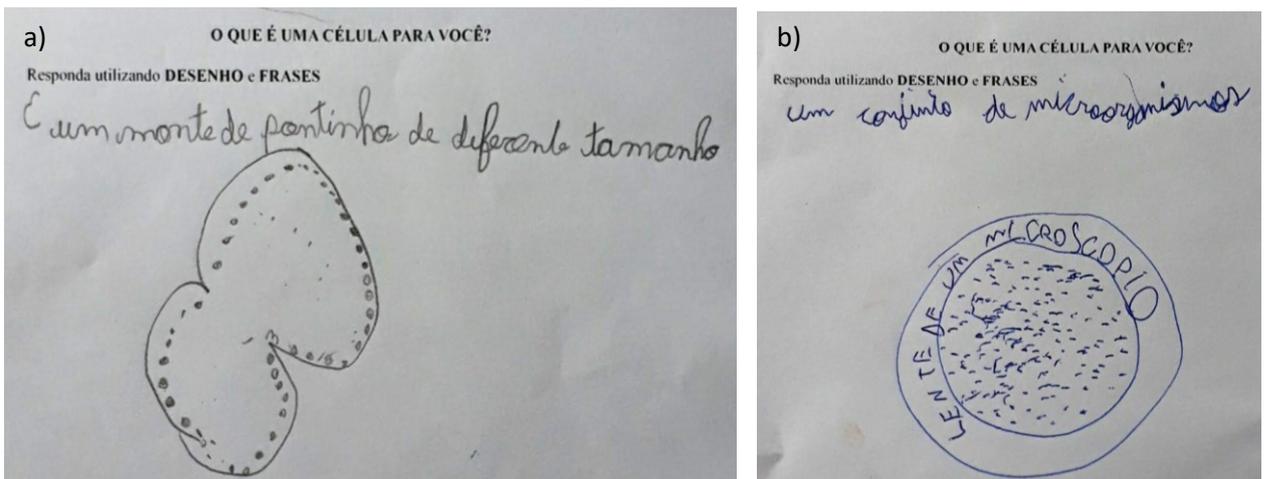


Figura 1: Representação do que é célula a partir da experiência de olhar ao microscópio.

De forma geral, foi bem recorrente o conhecimento prévio que células são micro-organismos (Figura 2).

França (2015) ao perguntar em um questionário: “Biologicamente, do que você acha que somos feitos?” Obteve algumas respostas como:

“somos feitos de organismos” / “nosso corpo é feito de milhões de microrganismos” / “nosso corpo é feito de milhões de bactérias”

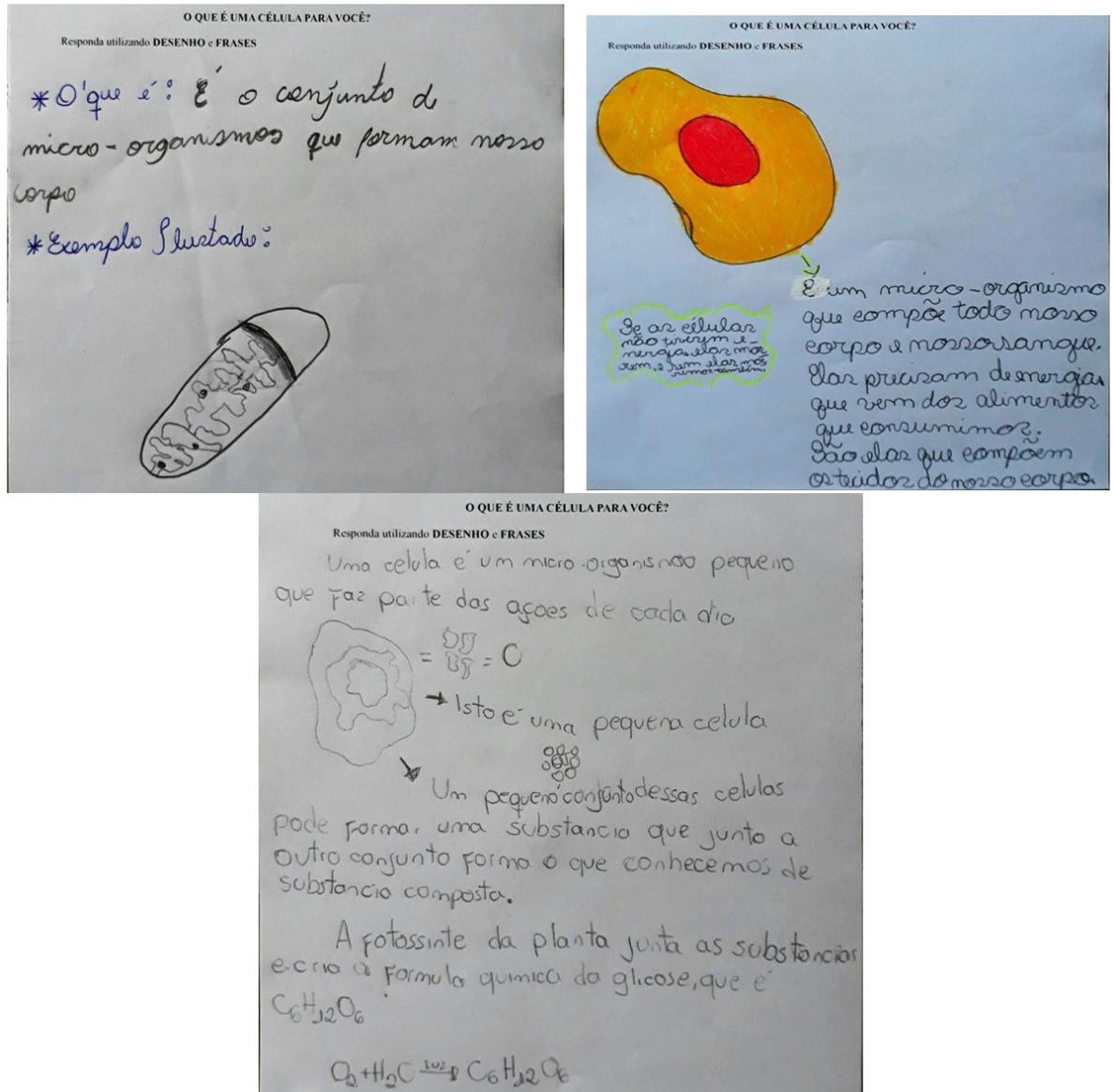


Figura 2: Representações que associam células a micro-organismos.

As respostas revelam a confusão estabelecida entre células e micro-organismos. Os resultados obtidos por Pegoraro *et al.*, (2003) corroboram esses achados. No estudo conduzido por sua equipe 18% dos alunos associavam célula a micro-organismo, porcentagem similar a dessa pesquisa.

É um ponto bem interessante, e aparentemente não isolado, e creio que isso pode ocorrer devido ao fato do aluno deduzir que por a célula ser microscópica ela é um micro-organismo. Tal concepção pode levar a conclusões incorretas, por exemplo, os estudantes podem passar a associar células a doenças, pois diversos alunos apenas relacionam os micro-organismos com patologias. Contudo, esse conhecimento prévio poderá ser aproveitado durante o planejamento didático, e

assim ajudar na construção do novo conhecimento. O objetivo, neste caso, deve ser o de promover uma ampliação conceitual na qual o aluno, a partir da experiência escolar, deverá concluir que micro-organismos são formados por células assim como qualquer outro ser vivo.

O trabalho de Castro e Bejarano (2017) realizado com crianças na faixa etária entre 7 e 11 anos investigou a compreensão dos alunos do Ensino Fundamental I acerca dos conceitos de tamanho, estrutura e funcionalidade de micro-organismos/células. O estudo chama a atenção por apresentar as palavras micro-organismo e células associadas, como se fossem sinônimos e talvez tal prática seja comum no ensino fundamental I. Além disso, no mesmo estudo há uma prática de análise da água na qual os alunos com o auxílio do microscópio observam diversos micro-organismos/células, o que pode estar contribuindo para construção da concepção prévia que a água é formada por células, como detectamos nessa pesquisa e será apresentado posteriormente. As concepções prévias podem se formadas de maneira implícita, cultural ou mesmo na escola. Neste caso, por exemplo, uma tentativa de simplificação contribuiu para a formação de uma concepção prévia errônea e persistente.

Na Figura 2 além de se verificar a associação com micro-organismos podemos perceber que um dos alunos desenha a célula com formato parecido com uma mitocôndria, neste momento poderíamos levantar a hipótese que em algum momento ele pode ter escutado algo sobre a teoria endossimbiótica dessa organela, mas creio que seria muita extrapolação. Na mesma Figura observamos o desenho de uma célula bem parecido com ovo frito, representação comum entre alunos que costumam persistir durante muitos anos de escolarização (YOREK *et al.*, 2010).

Percebe-se na prática educativa que os professores, geralmente, supõem que o estudante já tem claro no seu arcabouço conceitual que todos os seres vivos são formados por células, ou seja, supõe-se que a teoria celular já esteja clara para eles. Contudo, principalmente agora com a mudança do conteúdo de biologia celular para o 6º ano do ensino fundamental, isso pode não ocorrer, sendo essencial realizar uma sondagem prévia. No nosso estudo apesar de alguns alunos demonstraram conhecimento da teoria celular como demonstrado na Figura 3, a maioria não possui esse conhecimento prévio o que é demonstrado na Figura 4a na qual o aluno desenha um muro e um menino e faz um círculo como se quisesse representar uma lente de aumento e diz que célula para ele é tudo que forma o mundo, ou na Figura

4b onde o aluno afirma que células são organismos microscópicos que formam qualquer coisa, seja vivo ou não vivo.

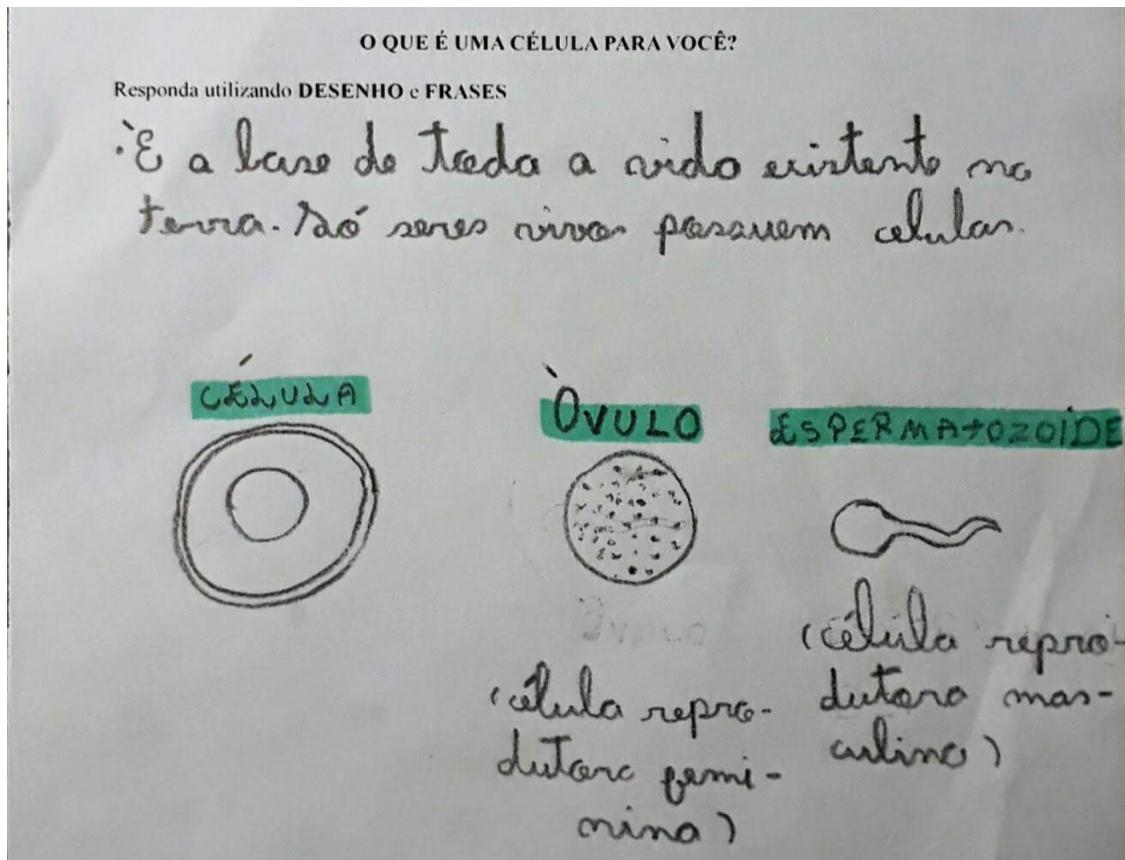


Figura 3: Representação que demonstra conhecimentos sobre a teoria celular.

Na Figura 4b o aluno demonstra outra concepção prévia, que aparece com frequência neste estudo, que é a falta de noção dos níveis de organização, conforme podemos observar também na Figura 5. Isso não se restringe a essa faixa etária e nível de escolarização, conforme se pode evidenciar pelos resultados do trabalho de Legey *et al.*, (2012) que ao perguntar para ingressantes de cursos superiores da área biomédica: “O que era células para você?” obteve como respostas erradas:

“uma organela que compõem todos os seres vivos com funções diferentes”;
 “microrganismos que são responsáveis por várias funções”...“organismo”, “conjunto de seres”, “substância”, “porção”, “elemento”, “coisa”, “algo”

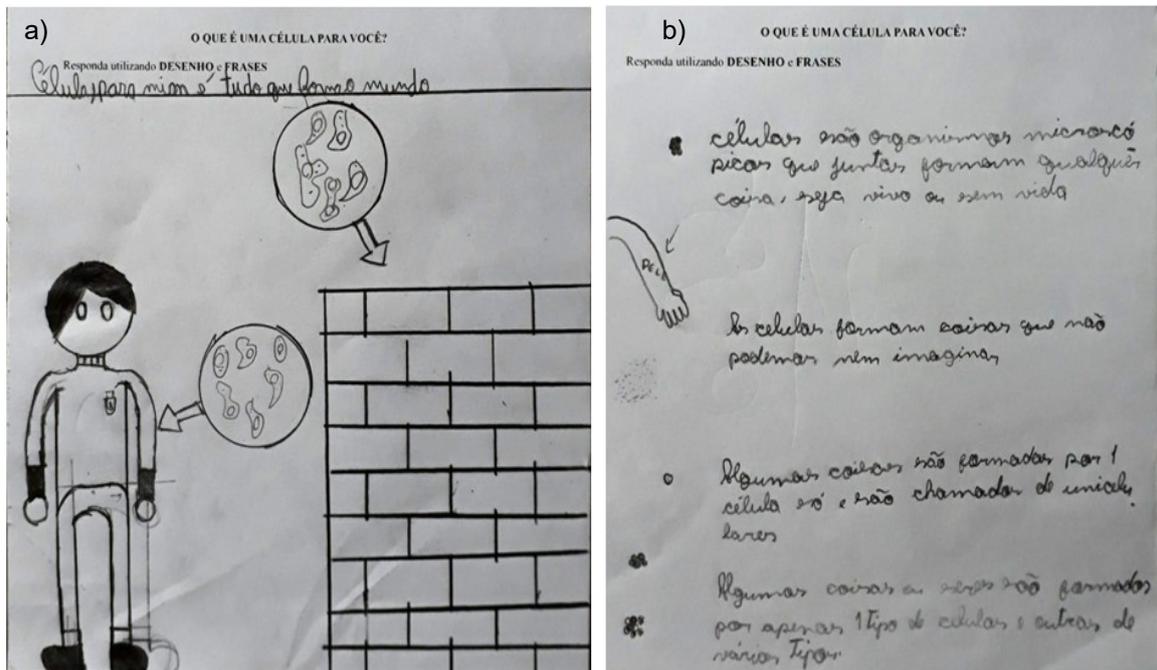


Figura 4: Representação do conhecimento equivocado sobre a teoria celular.

Na Figura 5 é possível observar diversos conhecimentos fragmentados.

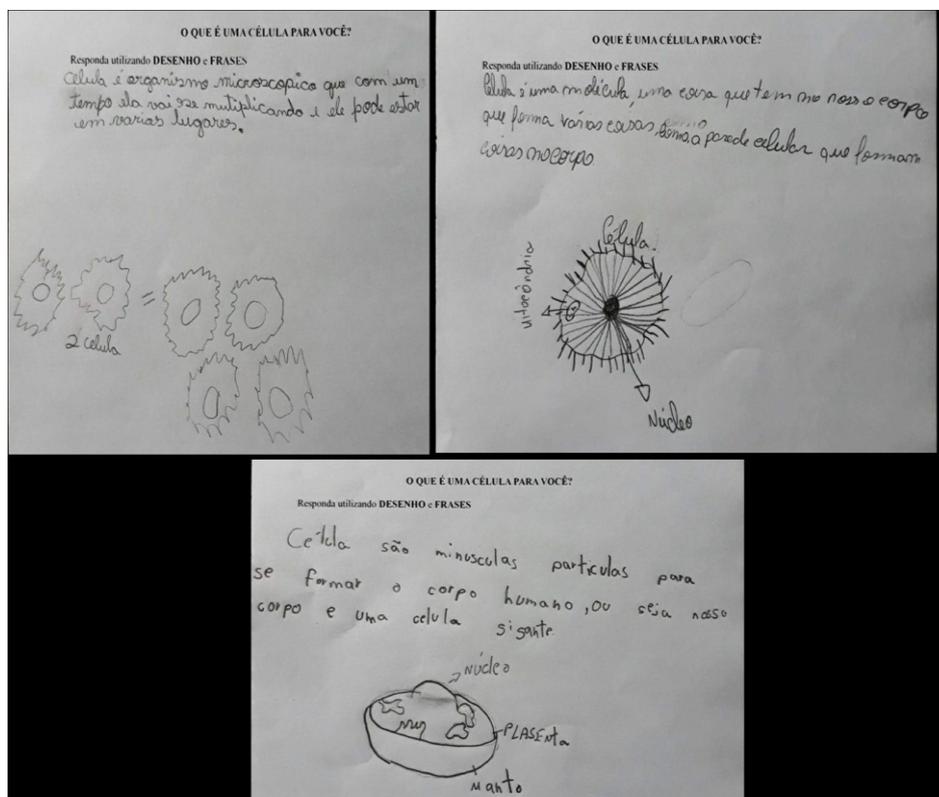


Figura 5: Representações que demonstram desconhecimento sobre os níveis de organização.

O aluno cita núcleo que pode ser uma organela celular. Contudo, na sequência representa, no mesmo desenho, o manto e uma placenta. É possível inferir que possivelmente o aluno associou o formato da célula à estrutura da terra que ele havia estudado há pouco tempo.

Durante a análise dos resultados com certa frequência as causas que levaram as ideias errôneas dos alunos foram questionadas em relação às causas determinantes e creio que isso enriqueça a discussão.

Outro estudante, que possivelmente aprendeu sobre células com o uso de analogias, fez uma representação interessante (Figura 6). É curioso que este aluno já reconhece que no citoplasma ocorrem reações, objetivo de conhecimento muitas vezes alcançado somente no ensino médio.

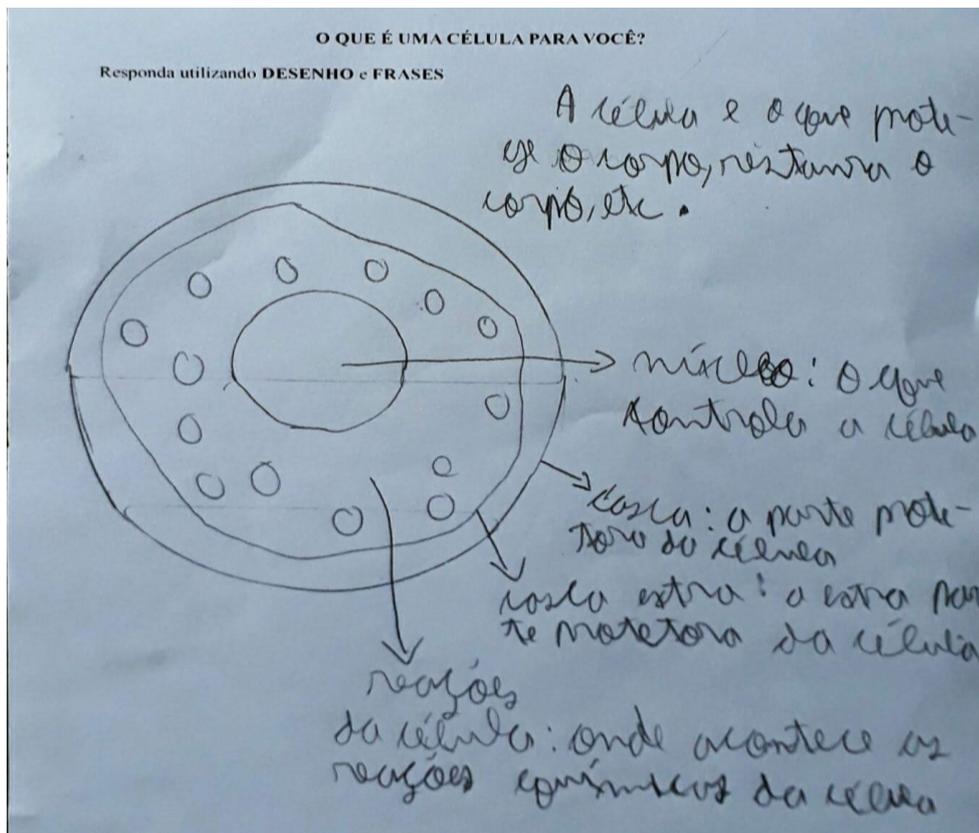


Figura 6: Representação de célula.

De forma bem recorrente percebe-se uma confusão com moléculas/substâncias/átomos e termos relacionados (Figura 7 e 8). Na literatura há vários estudos realizados em diversos níveis de ensino, inclusive até a graduação (FRANÇA, 2015; BASTOS, 1992; FLORES, 2003; PEDRANCINI *et al.*, 2007;

YOREK *et al.*, 2010) que demonstram como essa concepção prévia errônea é persistente. Apesar de identificarem a concepção, no geral, os autores não discutem o que fazer a respeito. Uma sugestão seria o professor tentar ampliar esse conhecimento na estrutura cognitiva do estudante. Por exemplo, poderia começar os níveis de agrupamento partindo de átomos para que eles consigam se situar, desta forma estará promovendo a relação da concepção prévia com o novo conhecimento como proposto por Ausubel (1978).

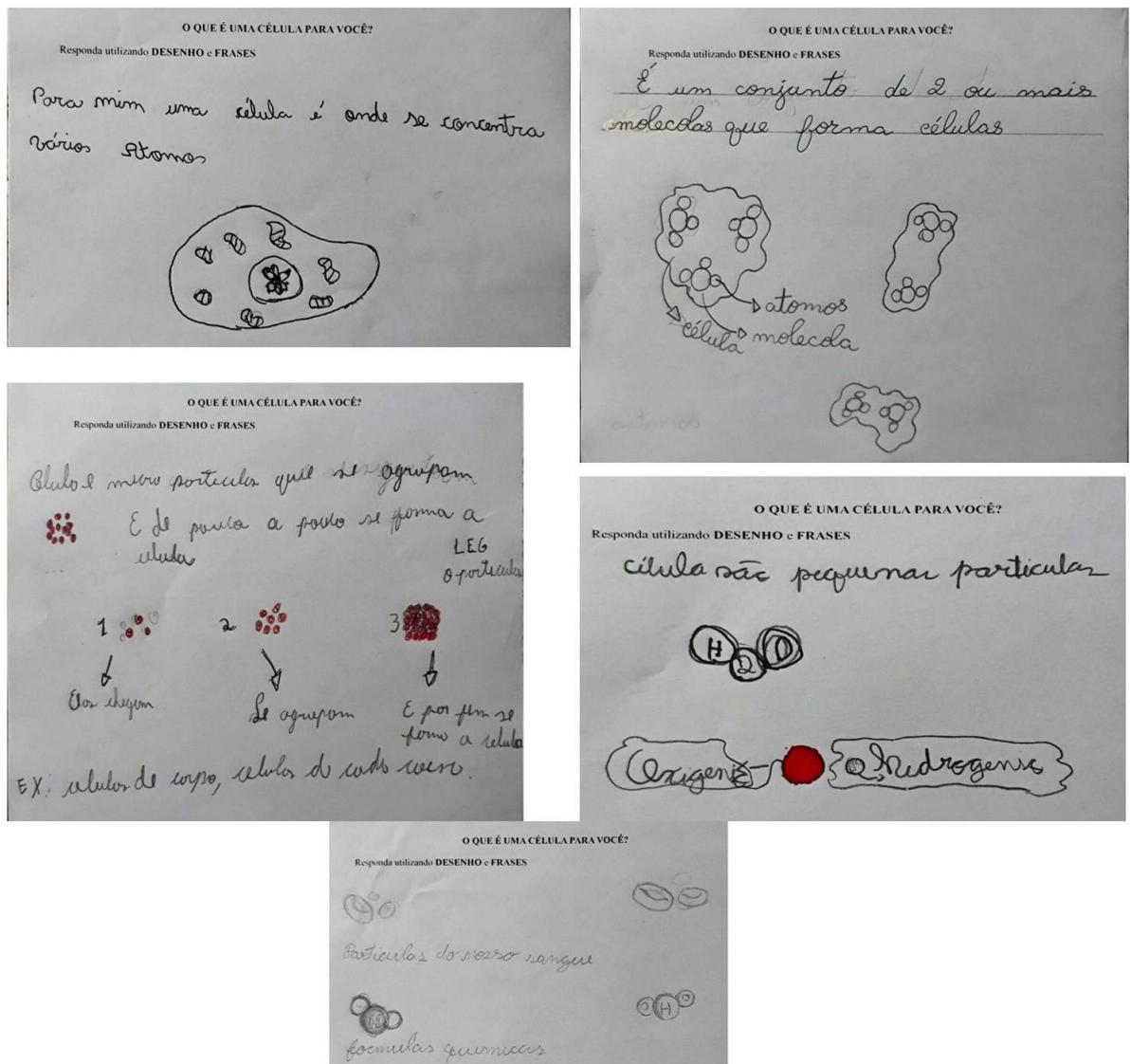


Figura 7: Representação que associam célula a átomos, moléculas ou substâncias.

Vários alunos representaram células do sangue ou escrevem algo remetendo a este tecido (Figura 9). Alguns consideram que somente temos células no sangue, concepção que pode estar atrelada a: conhecimentos adquiridos no

ensino fundamental I, a ênfase que eles dão ao caráter de defesa da célula ou devido a representações de células sanguíneas em livros didáticos.

Nestas associações com sangue foi comum citarem a gordura como potencial causa do entupimento de vasos. Isso pode ter influência da mídia ou mesmo ser um conhecimento escolar que teve mais significado para o aluno.

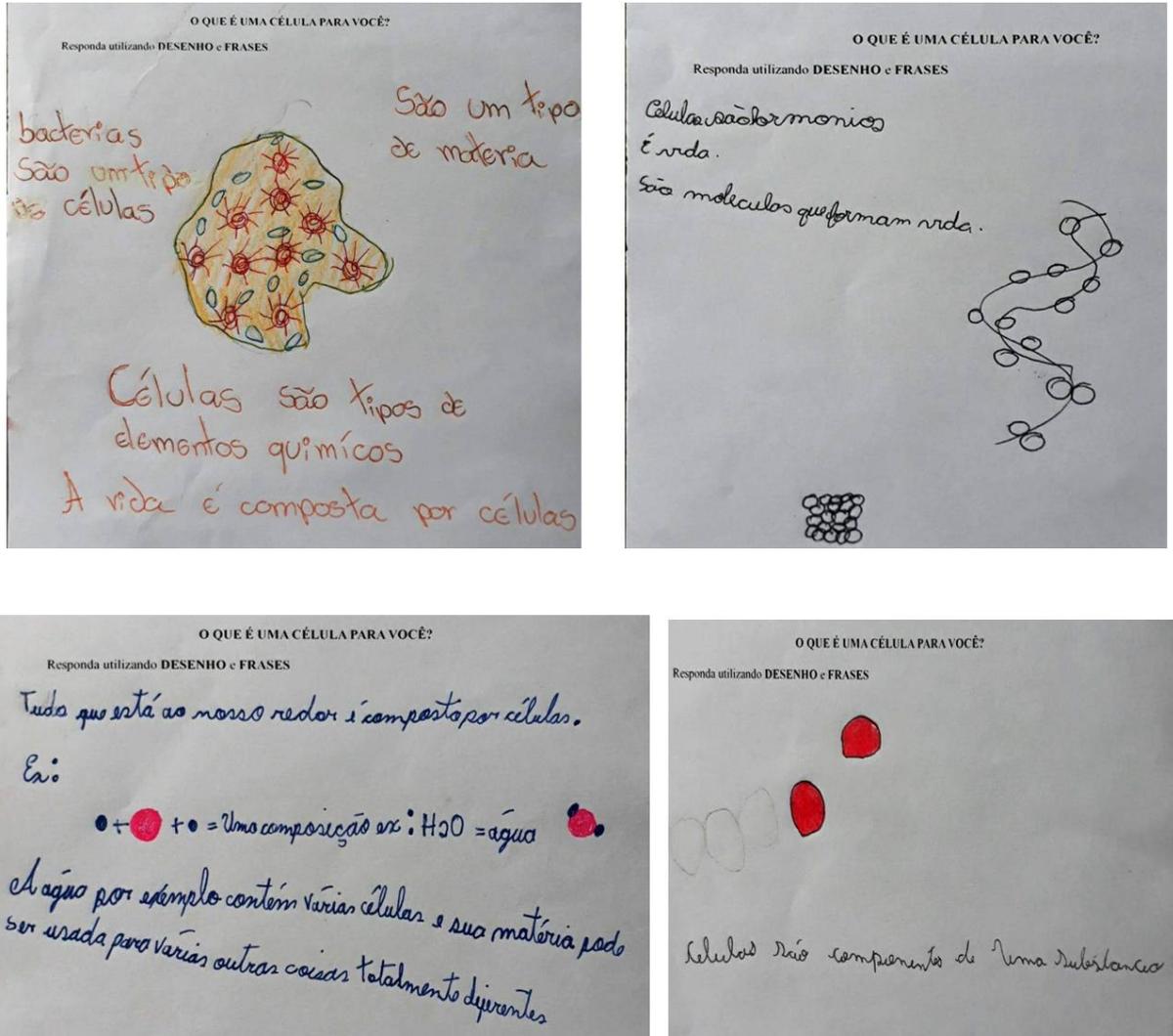


Figura 8: Representação que associam célula a átomos, moléculas ou substâncias.

Na pesquisa desenvolvida por França (2015) os alunos não associaram o termo célula a outros organismos que não fosse o homem. Contudo, neste trabalho vemos a associação com vegetais e micro-organismos (Figura 10) mesmo que em uma frequência menor do que a associação com o homem (16,49%), o que demonstra o caráter antropomórfico das concepções dos alunos como já havia sido apontado em trabalhos anteriores (BASTOS, 1992, YOREK *et al.*, 2010, LEGEY *et al.*, 2012).

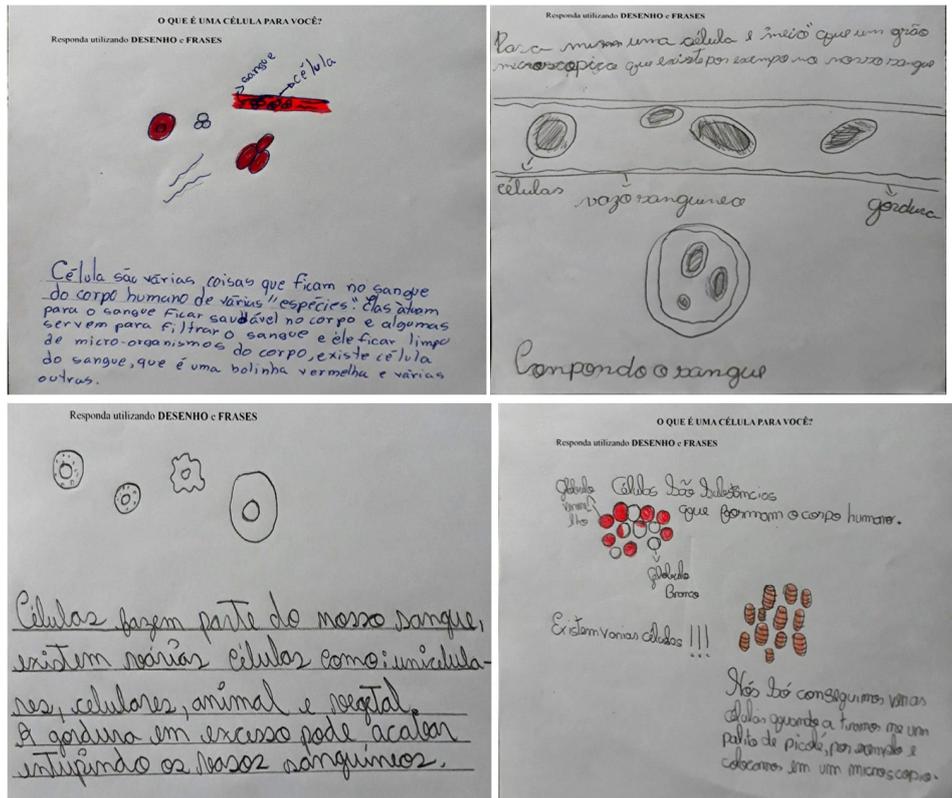


Figura 9: Representação que associam célula a sangue.

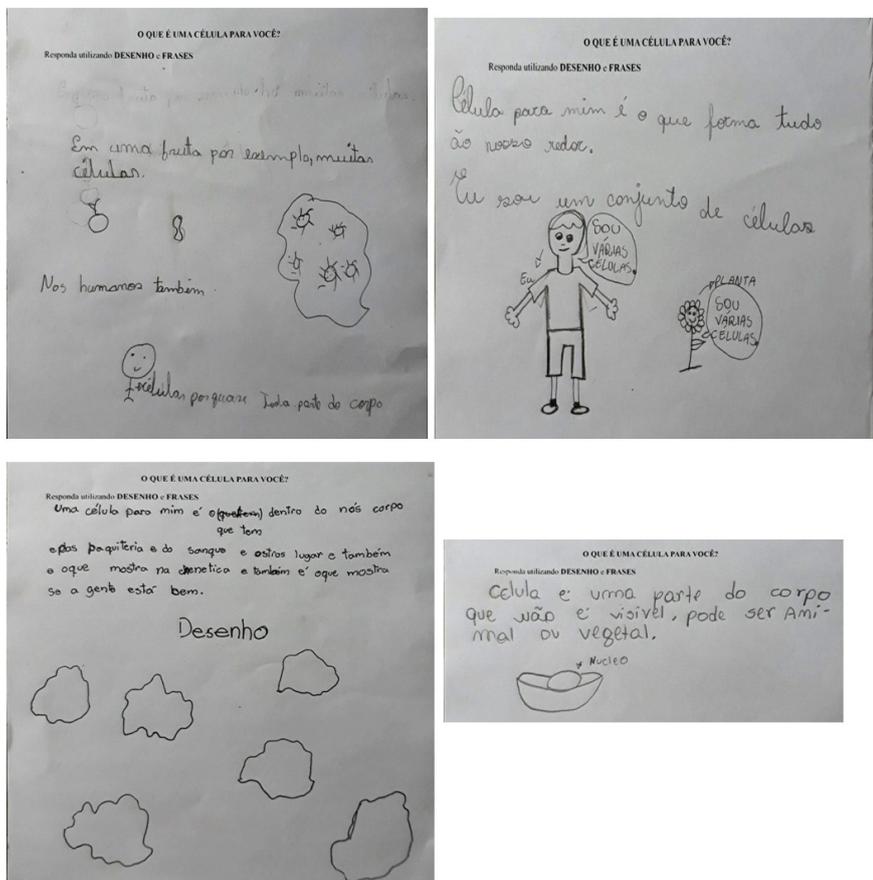


Figura 10: Representações de células dos alunos do sexto ano.

Em alguns registros escritos e desenhos há referências ao DNA, aparecendo, inclusive, como uma molécula com estrutura de dupla hélice (Figura 11). França (2015) encontrou referência ao DNA na sua pesquisa de concepções prévias e levantou a hipótese que esse resultado possa estar sendo influenciado pela mídia. Percebo que mesmo quando os estudantes citam essa molécula eles parecem não compreender a verdadeira relação com a célula. Um dos alunos desenha a molécula de DNA e diz, que para ele, a célula é um micróbio (Figura 11a) demonstrando ideias fragmentadas.

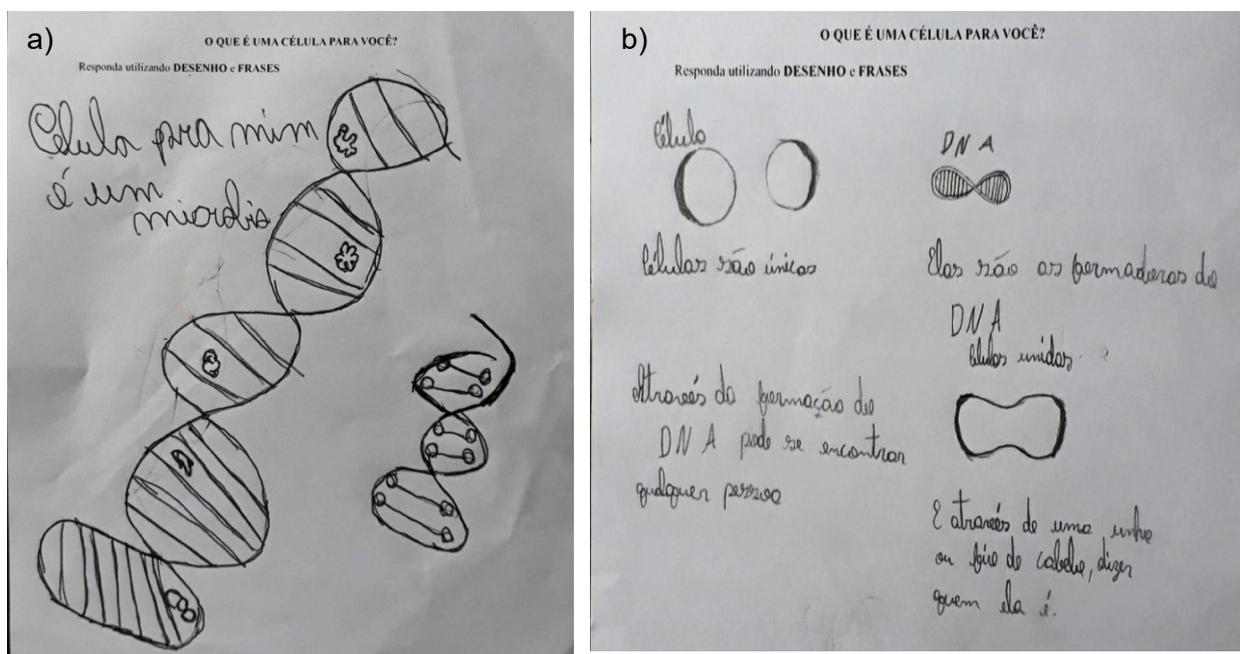


Figura 11: Representações de célula que remetem ao DNA.

As partes da célula que foram mais representadas pelos alunos nesta pesquisa são: núcleo, membrana plasmática e mitocôndria. Contudo, algumas vezes, com erros de representação. Yorek *et al.*, 2010 encontraram entre alunos com faixa etária similar que o núcleo e a membrana são lembrados pelos estudantes com muita frequência, porém as mitocôndrias apareciam pouco, o que difere deste estudo. O autor argumenta que as organelas mais representadas no geral são as que eles consideram mais importantes.

Apesar da pouca menção ao metabolismo celular, temos alguns registros como pode ser observado na Figura 12. Bastos (1992) ao analisar alunos do 8º ano

e do ensino médio conclui que aparentemente os alunos desconheciam os processos celulares (respiração, transporte, ativo, etc), já que não os mencionavam.

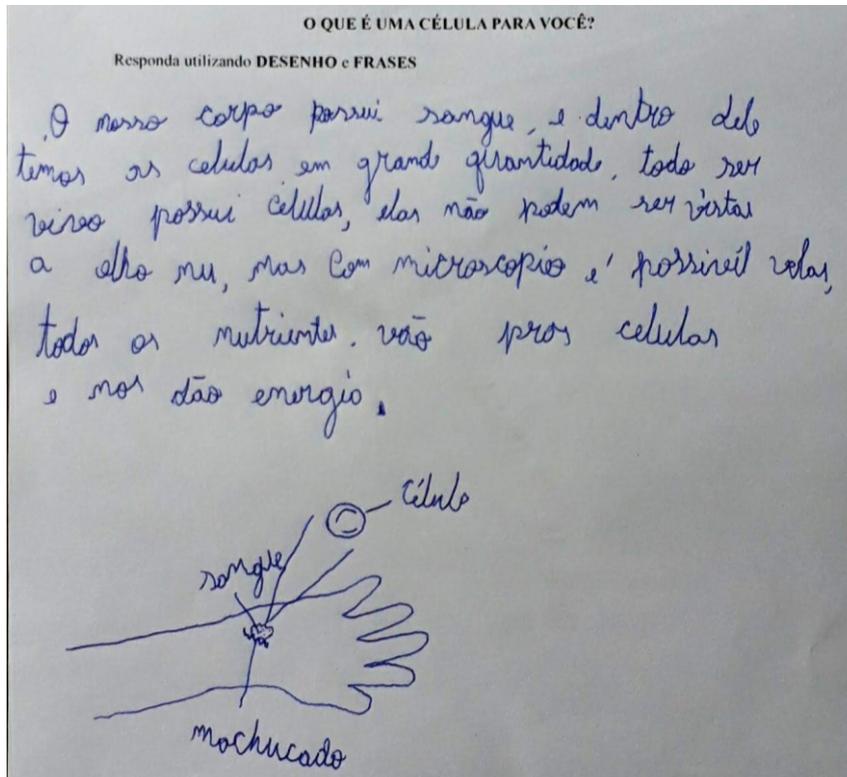


Figura 12: Representação de célula que faz associação com o metabolismo celular.

Detectou-se nesta pesquisa que diversos alunos enxergam uma dualidade entre as células: boas e más, que curam ou causam doenças (Figura 13). Provavelmente tal concepção está atrelada ao fato de reconhecerem a importância de algumas células ao mesmo tempo em que acreditam que a maioria seja micro-organismos, que para eles seriam as células do mal, causadoras de doenças.

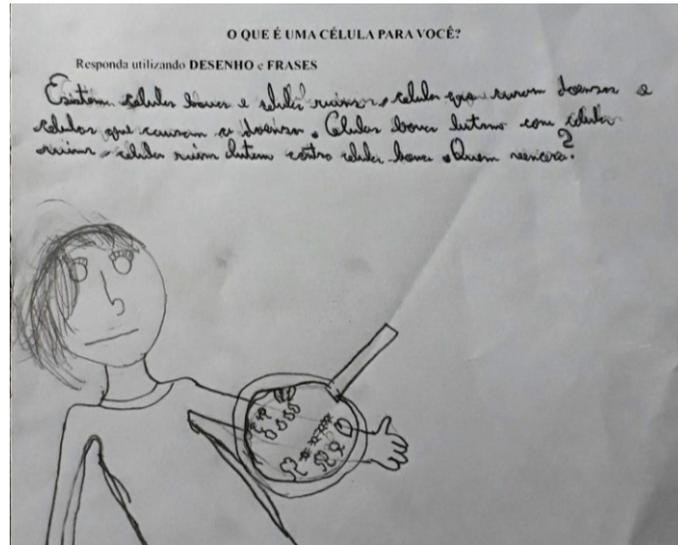


Figura 13: Representação da dualidade da célula.

Um dos registros associa a variação do número de células com síndromes (Figura 14). Uma hipótese é que o aluno escutou que pessoas com Síndrome de Down possuem um cromossomo a mais e neste momento ele ainda não consegue fazer a distinção entre número de células e cromossomos.

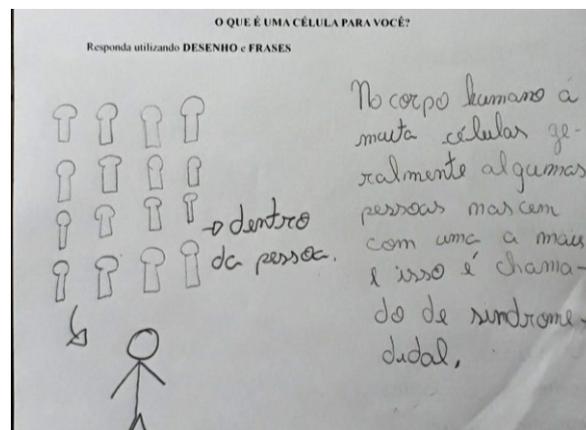


Figura 14: Representação que associa célula a síndrome cromossômicas.

Para exemplificar a heterogeneidade de concepções que podemos encontrar dentro de uma mesma sala de aula, a Figura 15 apresenta dois registros nos quais os alunos foram capazes de desenhar e identificar diversas organelas celulares, assim como descrever um pouco do metabolismo e organização celular.

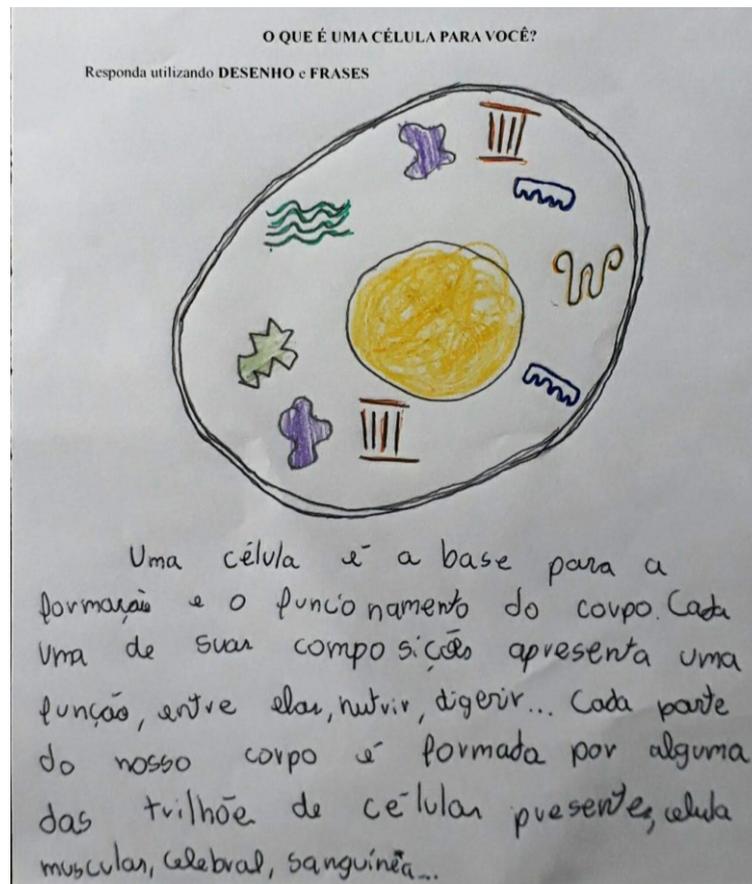
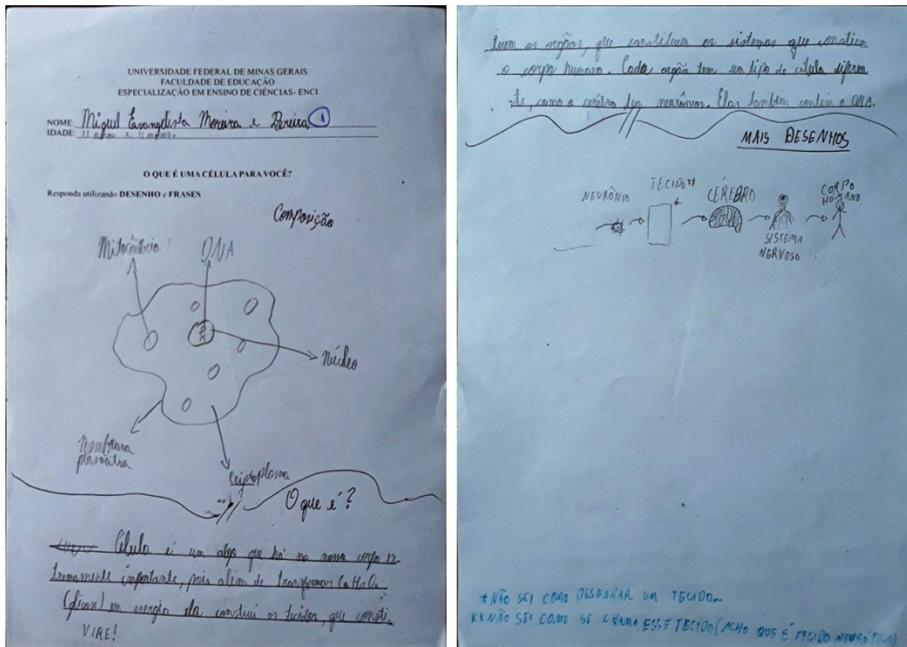


Figura 15: Representação que ilustram a heterogeneidade encontrada em uma sala de aula.

A etapa da entrevista foi realizada com vinte e dois alunos do 6º ano do ensino fundamental de 11 a 12 anos. As perguntas foram lidas em voz alta pela entrevistadora e respondidas pelos alunos. As respostas foram anotadas no diário de campo.

Questão 1: O que é uma célula para você?

Assim como no registro escrito as respostas foram bem heterogêneas e novamente surgiram associações com partículas, moléculas, átomos, sangue, corpo humano, organismos e etc. Alguns exemplos:

- *Coisas pequenininhas que ficam dentro do sangue.*
- *Moléculas da vida.*
- *São minúsculas partículas que formam o nosso corpo.*
- *Um pequeno organismo que vive no nosso corpo para proteger de doenças.*
- *Célula é o que define as características, elas que definem tudo.*
- *É tudo aquilo que fica dentro do corpo do ser.*
- *Elemento químico microscópio.*
- *É igual bactérias. Existem células que tem uma bactéria e outras que têm várias.*
- *Ela faz parte do sangue, combate bactérias.*
- *Célula é uma substância que todo mundo tem e faz a gente mover o corpo.*
- *Conjunto de substâncias.*
- *Ela faz parte do sangue, combate bactérias.*
- *Conjunto de substâncias e elementos químicos.*
- *Um corpo vivo que protege, regenera ou ataca um ser vivo.*
- *É tipo... Como eu vou te explicar?! É um ser microscópio com muitas coisas dentro.*

Questão 2: As células são importantes? Para quê?

Todos os alunos entrevistados consideram que as células são importantes. Contudo as justificativas foram bem diversificadas. Alguns apresentam dificuldades em dizer para quê e dentre as justificativas percebemos alguns erros conceituais

como dizer que a água possui célula, concepção prévia que pode ter sido construída no próprio processo de escolarização ainda nos anos iniciais, conforme argumentado anteriormente. Alguns conseguiram entrar em aspectos da fisiologia das células e houve um foco grande na proteção do corpo contra doenças. Alguns exemplos:

- *Sim, para a respiração, digestão e reprodução*
- *Sim, para proteger o nosso corpo de doenças.*
- *Sim, para todas as funções do corpo. Ex: nutrição, transportar o sangue.*
- *Sim, quando o machucado está sangrando e para de sangrar porque virou a casquinha que é a célula.*
- *Acho que sim... É para formular a química do corpo.*
- *Sim, para tudo... para a vida.*
- *Células são importantes para nos sustentar.*
- *Muito importantes, por exemplo, na água temos células.*
- *Sim porque precisamos delas para muitas coisas.*
- *Sim, para o desenvolvimento do corpo.*
- *São importantes, por exemplo, células da água têm células que a gente precisa, exemplo: o oxigênio.*
- *Sim. Não sei para quê.*

Questão 3: Você já viu uma célula?

Dos vinte e dois alunos entrevistado, treze (59%) disseram que nunca viram uma célula. Uma aluna disse que não é possível visualizar porque fica misturado com outras coisas. Os outros nove (41%) disseram que já viram uma célula sendo que dois relataram que a observaram no livro, um no microscópio e outro no museu da PUC. Os outros não forneceram mais detalhes.

Questão 4: Reconhecimento a partir de figuras da presença ou ausência de células

Do total de estudantes entrevistados 14 (63,6%) disseram que a água era composta por células. Foi interessante que durante um momento pós- entrevista ao

discutir com a turma sobre as perguntas um aluno disse que dependendo da situação a água poderia ter célula. Solicitei que me explicasse melhor e ele disse que a água poderia estar com micro-organismo. Nesse momento tive que intervir e dizer que o micro-organismo nesse caso seria uma contaminação e a água não é formada por células. Tal consideração do aluno reforça a hipótese gerada anteriormente que mesmo com a melhor das intenções podemos ajudar a construir concepções equivocadas como é o caso da análise da água no nível fundamental para identificar micro-organismos.

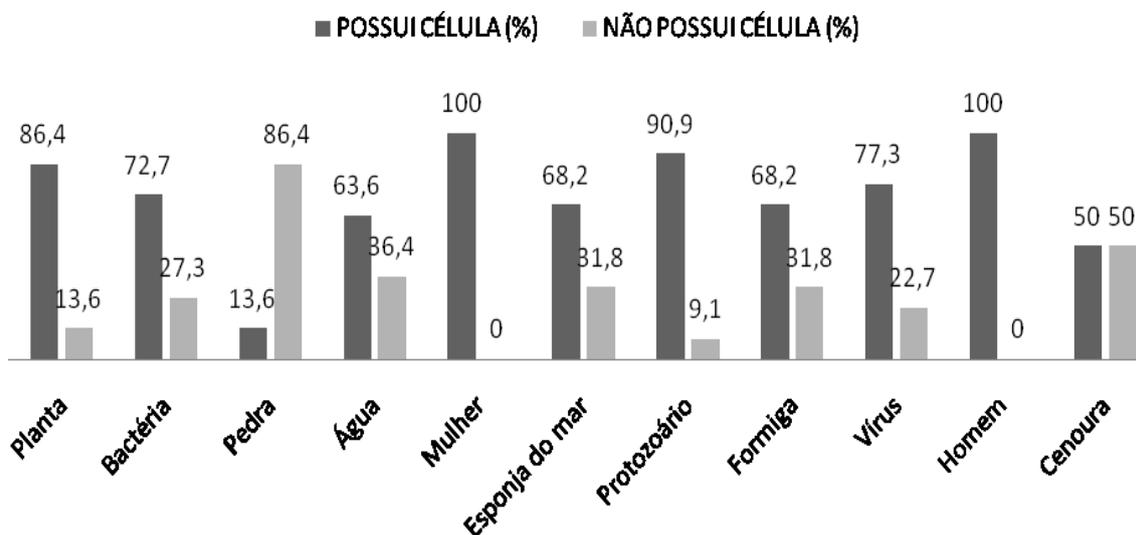


Figura 16: Reconhecimento a partir de figuras da presença ou ausência de células

Em relação aos vírus 17 alunos (77,3%) afirmaram que eles são formados por células, o que é algo que poderia ser trabalhado desde as séries iniciais, pois muitos levam essa concepção durante diversos anos da escolarização.

É interessante observar que 11 alunos (50%) disseram que a cenoura não é formada por células. Tal fenômeno pode estar relacionado ao fato dos estudantes não reconhecerem a importância dos vegetais, o que Wandersee & Schussler (2002) denominaram de cegueira botânica.

Não houve nenhum erro em relação a reconhecer a mulher e o homem como seres possuidores de células.

QUESTÃO 5: Quantas células formam o nosso corpo? É possível um ser vivo ser formado apenas por uma célula?

Do total de entrevistados 15 (68,2%) não acham possível a existência de seres unicelulares tal fato pode ser devido ao fato deles não reconhecerem a célula como uma unidade morfofuncional (YOREK *et al.*, 2010). Tal conhecimento se desenvolve ao longo da escolarização. Por exemplo, em um estudo realizado por Legey *et al.*, (2012) com alunos ingressantes em cursos de nível superior em uma universidade federal, 97% dos estudantes possuem bem sedimentado o conhecimento da existência de organismos unicelulares. Seguem algumas das respostas dos alunos:

- *Milhares. Depende do ser vivo, vi no vídeo também seres unicelulares.*
- *1000. Não acho possível.*
- *Milhões. Não é possível ter só uma célula, pois não teria o corpo inteiro.*
- *Várias, não é possível ser formado apenas por uma célula, pois não ia conseguir filtrar o sangue.*
- *Trilhões. Sim, exemplo: um vírus.*
- *Várias. Sim, exemplo, bactérias.*
- *Mais de mil. Não é possível ter só uma célula porque ia pegar doenças e morrer.*
- *Trilhões. Não é possível, uma só célula não ia trabalhar para todas as funções.*
- *Cento e quinze. Não é possível ser unicelular porque nasce outra por cima.*

QUESTÃO 6: Existe célula do tamanho de um dedo humano? Justifique.

Do total de entrevistados quatorze (63,3%) afirmaram que a célula não pode ser do tamanho de um dedo, contudo não conseguem explicar o porquê. Um dos alunos diz que somente um grupo de células poderia ter esse tamanho o que é bem interessante por demonstrar certa noção de agrupamento celular.

- *Não porque células são pequenininhas.*
- *Não. Eu acho que célula é pequeno.*
- *Sim, pois existem vários tipos de células, a muscular, por exemplo, pode ser grande.*
- *Sim porque as células podem ter diversos tipos de tamanhos.*
- *Do tamanho do dedo é só conjunto.*
- *Não porque uma bactéria é muito pequena.*

- *Não porque células e bactérias são microscópicas.*
- *Não porque a célula só dá para ver com microscópio.*

No geral as concepções apresentadas pelos alunos pesquisados são similares as encontradas em outros trabalhos (FLORES 2003, BASTOS 1992, LEGEY *et al.*, 2012). Tais constatações revelam que o conteúdo biologia celular é muitas vezes ensinado por meio de metodologias que favorecem a fragmentação conceitual, descontextualização e memorização, caracterizando uma aprendizagem mecânica, sem significado para o estudante. Com o objetivo de romper com esse tipo de ensino/aprendizagem, a sondagem das concepções prévias se faz necessária para que o professor possa realizar um planejamento didático mais adequado a sua realidade de forma a facilitar o aprendizado de novos conceitos (MOREIRA, 2011).

Os conhecimentos prévios possuem como característica ser muito persistente, generalizável, tem um caráter mais implícito e é coerente para quem o possui (POZO & CRESPO 2009). Devido a isso é muito difícil modificá-lo como propõe a teoria da mudança conceitual (POZO & CRESPO 2009). Assim, o objetivo deve ser que os conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva do aluno sirvam como ancoradores para novos conhecimentos e que os primeiros sejam ampliados levando ao que Mortimer (1994) denomina de evolução conceitual.

Há grande preocupação com uma aprendizagem significativa do conceito de célula, pois a compreensão da célula como unidade fundamental da vida, suas propriedades básicas e semelhanças e diferenças dos variados tipos servirá de subsunção sob o qual diversos outros conceitos irão se ancorar durante o processo educativo. Se o aluno não compreende bem o conceito de célula isso poderá representar um obstáculo epistemológico no momento de se compreender os processos vitais (PALMERO, 1997). Além disso, tal conhecimento permite que o estudante seja capaz de elaborar argumentos e se posicionar de forma crítica diante de situações polêmicas, ou não, de ordem tecnológica ou científica envolvendo esse tema. Infelizmente o que a literatura revela é quase uma ausência do conhecimento sobre célula entre a população (DREYFUS & JUNGWIRTH, 1988).

É importante estar ciente que de acordo com a organização curricular do ensino fundamental proposta na BNCC, o aluno somente verá o conteúdo de biologia celular no sexto ano. Logo, o ensino/aprendizagem deve decorrer de maneira a construir uma aprendizagem potencialmente significativa que seja

suficiente para que ele possa compreender os processos ensinados nos próximos anos de escolarização e transferi-lo para novas situações.

Uma das características da aprendizagem significativa é a possibilidade de conseguir extrapolar e aplicar o novo conhecimento em novas situações. Assim, o aprendizado deve estar ligado a resolução de problemas fictícios ou reais (LEGEY *et al.*, 2012), ou seja, deve-se promover um ensino contextualizado que leve o estudante a compartilhar as ideias que são aceitas pela comunidade científica sendo capaz de aplicá-las em contextos adequados (HERNÁNDEZ, 2002).

O ensino por investigação atende muito bem as prerrogativas anteriores ao promover um ensino baseado em situações problemas (PEDASTE *et al.*, 2015) no qual o aluno assume uma postura ativa.

Uma proposta de ensino por investigação elaborada com base nos principais achados dessa pesquisa poderá contribuir muito para a construção da aprendizagem significativa. De forma geral, a questão sob investigação deverá se relacionar as concepções prévias (errôneas ou não) que os estudantes apresentaram sobre células durante o estudo. No momento de se elaborar a proposta e executá-la é essencial considerar o objetivo da promoção da alfabetização científica para qual Sasseron & Carvalho (2008) propõe os seguintes eixos estruturantes: compreensão de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais da natureza da ciência e dos fatos éticos e políticos que circundam a sua prática e entendimento das relações CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente).

Como proposto por Pedaste *et al.*, (2015) para que uma sequência seja investigativa ela precisará de alguns elementos. O primeiro deles é a situação problema que deverá ser algo que desperte a curiosidade dos alunos e na sequência a elaboração das questões que serão investigadas. Algumas sugestões de questões que poderiam desencadear uma investigação:

- Um organismo unicelular é capaz de sobreviver?
- Afinal, a água é formada por células?
- As células são todas iguais?
- Tem célula na minha salada de frutas?
- Substâncias são células?

Todas são questões simples que podem tomar diversos desdobramentos, além de suscitar novas questões.

Quando o aluno se depara com uma questão geralmente ele elabora algumas hipóteses na tentativa de respondê-la. Eles devem anotar essas hipóteses e procurar dados ou informações que possam ajudar na elucidação das respostas. Esta fase de tomada de dados pode ocorrer através de uma aula experimental, pesquisa, jogo e etc. É interessante que o estudante anote as suas hipóteses iniciais para compará-las no final com as conclusões que irão elaborar durante o processo investigativo. Dessa forma, conscientemente eles irão relacionar os conhecimentos prévios com os novos de forma substantiva e não-arbitrária, de maneira ativa, alcançando assim uma aprendizagem significativa.

5. CONCLUSÃO

As concepções prévias dos alunos do 6º ano do ensino fundamental sobre o conceito célula são bem diversificadas, contudo, similares as encontradas em outros estudos realizados com indivíduos de diferentes faixas etárias.

No geral as concepções prévias que não estão de acordo com o conhecimento científico são: considerar que as células são micro-organismos, moléculas átomos ou substâncias, não compreender a teoria celular, não reconhecer a célula como unidade morfofuncional dos seres vivos, não admitir a existência de organismos unicelulares e considerar que apenas o tecido sanguíneo é formado por células. A maior parte dessas concepções errôneas persiste por toda a vida, indicando que a abordagem em sala de aula não está contribuindo de forma efetiva para a evolução conceitual e construção do conhecimento científico.

As constatações deste trabalho em grande parte foram feitas a partir da análise dos desenhos dos alunos, ferramenta que se demonstrou muito rica ao revelar informações que talvez não fossem obtidas de outra forma. Apesar desse aspecto positivo, verifica-se que há poucos estudos que avaliam os desenhos das células feitos por alunos.

O conteúdo biologia celular representa um desafio para estudantes e professores. Os últimos muitas vezes possuem conhecimento do conteúdo, mas não dominam bem o conhecimento pedagógico do conteúdo, que inclui o saber ensinar, tão essencial. Assim, as próprias práticas pedagógicas podem reforçar concepções prévias errôneas dos alunos. Nesse sentido, a formação continuada dos professores é muito importante na busca por um ensino de ciências de qualidade e a construção de uma aprendizagem significativa.

O ensino por investigação, por exemplo, apresentado e discutido neste trabalho como uma abordagem que pode contribuir para a aprendizagem significativa dos alunos, muitas vezes não é apresentado para os professores em formação, apesar de não ser uma abordagem recente e não ser difícil de compreender e implementar na sala de aula. Com o objetivo de promover mudanças e permitir que o professor tenha acesso ao conhecimento gerado no meio acadêmico, ele deve ser incentivado a participar dos programas de formação continuada e ter incluso na sua carga horária de trabalho um tempo destinado ao estudo.

Ao investigar as concepções prévias sobre célula dos alunos do 6º ano do ensino fundamental frente à alteração do conteúdo específico para essa série (BRASIL, 2017) e propor um ensino por investigação, estamos buscando contribuir para o ensino/aprendizagem do conceito de célula. Tal conceito é essencial para que o cidadão entenda todos os processos relacionados à vida e que consiga se posicionar diante de tantas questões da atualidade envolvendo direta ou indiretamente a biologia celular.

6. REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul, Novak, Joseph D., Hanesian, Helen. **Educational psychology: a cognitive view**. 2nd. ed. New York: Holt Rinehart and Winston, 1978. 773p.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos Abreu, Rio Janeiro: Contraponto, 1996, 316p.

BASTOS, Fernando. O conceito de célula viva entre os alunos de segundo grau. **Em Aberto**, Brasília, ano11, nº 55, 63-69, 1992.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Educação é a base. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 12 março 2019.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, 164 p.

CASTRO, Darcy Ribeiro de; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Compreensão dos estudantes do ensino fundamental I sobre estrutura e funcionalidade micro-organismos/células. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v.12, nº3, abr. 2017.

DREYFUS, Amos; JUNGWIRTH, Ehud. The cell concept of 10th graders: curricular expectations and reality. **International Journal of Science Education**, v. 10, nº 2, DOI: 10.1080/0950069880100210, 1988.

FLORES, Fernando; TOVAR, Ma Eugenia, GALLEGOS, Leticia. Representation of the cell and its processes in high school students: An integrated view. **International Journal of Science Education**, v. 25, nº 2, DOI: 10.1080/09500690210126793, 2003.

FRANÇA, Jacqueline A. Araújo. Ensino- aprendizagem do conceito de “célula viva”: proposta de estratégia para o ensino fundamental. 2015.136f. Dissertação (Mestrado). Programa de pós-graduação em ensino de ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

GREGÓRIO, Eliana Aparecida; OLIVEIRA, Luíza Gabriela de; MATOS, Santer Alvares de. Uso de simuladores como ferramenta no ensino de conceitos abstratos de biologia: uma proposição investigativa para o ensino de síntese protéica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.11, nº 1, 2016.

HERNÁNDEZ, Juan Manuel Fernández. Algunas consideraciones para la utilización de lãs ideas previas en la enseñanza de las ciências morfológicas veterinárias Universidad de Granma. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, nº 3, 2002.

LEGEY, Ana Paula *et al.* Avaliação de saberes sobre célula apresentados por alunos ingressantes em cursos superiores da área biomédica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, nº 1, 203-224, 2012.

MELVILLE, Wayne *et al.*, Experience and reflection: preservice science teachers' capacity for teaching inquiry. **Journal of Science Teacher Education**, v.19, nº 5, 477-94, 2008.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011. 179 p.

MORTIMER, Eduardo Fleury; SCOTT, Phil; EL- HANI, Charbel N. Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), VII, 2009, Florianópolis 2009. **Anais**. Florianópolis, 1-12.

MORTIMER, Eduardo Fleury. **Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais**. 1994. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.9, n.1, p.89-111, jan/jun,2007.

PEDASTE, Marguset *al.* Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v.14, p.47-61, 2015.

PEDRANCINI, Vanessa Daiana; CORAZZA-NUNES, Maria Julia; GALUCH, Maria Terezinha Bellanda; MOREIRA, Ana Lúcia Olivo Rosas, RIBEIRO, Alessandra Claudia. Ensino e aprendizagem de biologia do ensino médio e a apropriação do saber científico e tecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, nº2, 299-309, 2007.

PALMERO, Maria Luz Rodríguez. Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza/aprendizaje de la estructura y del funcionamiento celular. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, nº 2, 123-149, 1997.

PEGORARO, Odila Mary Elizabeth *et al.* A formação de conceitos em biologia celular. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Atas, 2003, Bauru, SP. Página 1-4

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Angel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por Investigação e Argumentação: relações entre Ciências da Natureza e Escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.17, n.espec, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, nº especial, p. 97-114, 2015.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, v.47, p.2-9, 2002.

YOREK, Nurettin;SAHIN, Mehmet;UGULU, Ilker.Students' representations of the cell concept from 6 to11 grades: Persistence of the "fried-egg model"*.**International Journal of Physical Sciences**, v. 5, nº 1, p. 015-024, Jan, 2010.