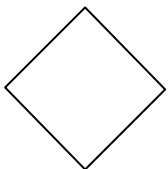


Ideias sobre o crescimento[?]



Alzira Saraiva**

1. Introdução

Do que é que uma pessoa necessita para adquirir uma compreensão científica do conceito de crescimento?

De uma maneira lata, **crescimento** pode ser uma mudança (aumento) em função do tempo.

Para crescer, um ser, vivo ou não vivo, necessita de matéria, energia e de espaço.

A matéria do ambiente pode tornar-se matéria do ser vivo ou do ser não vivo pelo menos através dos seguintes processos:

- justaposição, quando moléculas são depositadas num ser, sem envolver reorganização da matéria, como por exemplo o crescimento de um cristal;
- assimilação, quando envolve a síntese de novas estruturas e reorganização interna, como por exemplo o crescimento de um ser vivo.

Do ponto de vista **macroscópico**, pode-se considerar que há **crescimento** de um ser quando uma ou mais das suas dimensões aumenta (comprimento, largura, espessura, massa, etc.), ou quando há aumento em número por

[?] Conferência proferida na ESEL em 16 de Fevereiro de 2000. A Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica financiou a investigação que esteve na base da conferência.

^{**} Professora coordenadora da ESEL, doutorada em Didáctica, especialidade de Didáctica das Ciências.

multiplicação (aumento da população de bactérias). Deste ponto de vista, **crecimento** é um processo que pode ser medido.

Do ponto de vista **microscópico**, pode-se considerar que há **crecimento** quando uma mudança de uma das dimensões do ser envolve uma acumulação de iões na sua superfície por um processo de justaposição, ou quando o ser faz a síntese de novas estruturas com utilização de materiais do ambiente.

Todos os seres vivos são capazes de **crecer** mudando o tamanho, mudando a forma e mudando o número.

O crescimento dos seres vivos pode ser afectado por factores ambientais, tais como: o alimento disponível, a intensidade luminosa, a temperatura, o *stress*, etc., e, ainda, pelo genótopo. Padrões e taxas de crescimento podem diferir entre indivíduos da mesma espécie e entre indivíduos de espécies diferentes, mas um ser vivo não pára de crescer entre o nascimento e a morte, portanto, os seres vivos têm crescimento contínuo. Contudo, há seres vivos pertencentes a certos grupos taxonómicos que, em certos períodos de tempo, podem apresentar um rápido crescimento seguido de períodos onde o crescimento é mínimo, assim, estes seres vivos também apresentam crescimento descontínuo. Por exemplo, no Filo Artrópodes, o crescimento é condicionado pela mudança do revestimento cuticular, isto é, em cada mudança de revestimento o animal perde o exoesqueleto que possuía, expande o corpo e forma um novo exoesqueleto.

Do ponto de vista microscópico, todos os seres vivos sofrem crescimento contínuo, visto que para se manterem vivos, têm necessidade de fazer constantemente sínteses de novas estruturas. Contudo, também microscopicamente podem sofrer crescimento descontínuo quando, por exemplo, respondem a mudanças ambientais com padrões descontínuos de sínteses enzimáticas.

Um ser multicelular pode mostrar crescimento descontínuo, do ponto de vista macroscópico, quando uma parte do ser vivo cresce a taxa diferente de outra parte do mesmo ser. Mas, em microorganismos, o conceito de crescimento descontínuo só é aplicado a populações e não pode ser aplicado a células individuais.

2. Propósito e significado do estudo

O objectivo deste estudo foi o de investigar as ideias de alguns alunos, estagiários e professores sobre o conceito de crescimento. Especificamente, com este estudo esperava-se obter conhecimentos acerca:

- da compreensão de condições e mecanismos de crescimento, e da concepção do significado de crescimento;
- de quando acontecia uma mudança significativa dos conceitos envolvidos para pontos de vista mais científicos;
- de quando acontecia uma mudança significativa na compreensão de mecanismos de crescimento para pontos de vista microscópicos.

Também houve a tentativa de se explorar a relação entre as ideias dos professores e as ideias dos alunos que ensinavam.

3. Desenho do estudo

O estudo foi conduzido na região de Leiria. A amostra envolveu 240 alunos, 54 estagiários e 20 professores seleccionados de escolas do 1.º ciclo e escolas preparatórias.

Entrevistas individuais, semi-estruturadas e com questões abertas serviram de base à metodologia deste estudo. Investigou-se as ideias dos sujeitos relativas às condições e mecanismos de crescimento e à concepção do significado de crescimento. Distinguiu-se, ainda, as relações existentes entre as diferentes ideias oferecidas pelos sujeitos. A intenção era descobrir, mais do que avaliar, o que os sujeitos sabiam. O material para elicitare a informação foi diverso: fotografias e desenhos de seres vivos e cristais, plantas, animais e microorganismos. Um estudo piloto procedeu a investigação e esta foi conduzida em três fases.

O objectivo principal da fase 1 foi explorar as ideias dos alunos, estagiários e professores acerca do conceito crescimento. Outro objectivo desta fase foi o levantamento das ideias acerca das condições e mecanismos de crescimento. O principal objectivo da fase 2 foi encorajar os alunos, entre o primeiro e o sexto ano de escolaridade, a reconsiderarem as suas ideias acerca do conceito crescimento em animais, plantas e microorganismos. Na fase 3 explorou-se a natureza e frequência das ideias que os alunos (do primeiro ao sexto ano de escolaridade) e que os seus professores (estagiários e professores) possuíam acerca do conceito crescimento.

Os sujeitos ofereceram um número muito variado de ideias relativas às questões colocadas durante as fases 1 e 3 e foi necessário compreender as interligações dessas ideias com os conceitos científicos. As ideias dos sujeitos foram analisadas de forma a estabelecer padrões de respostas referentes a

características dos diferentes conceitos envolvidos. O objectivo desta análise foi ver se as respostas podiam ser reduzidas a um pequeno número de variáveis. Assim, da análise feita às ideias dos sujeitos resultaram categorias, isto é, conjuntos de termos julgados revelar aproximadamente a mesma compreensão relativamente à matéria e ou à energia. Essas categorias e ideias sobre o tempo foram organizadas hierarquicamente do ponto de vista macroscópico para o microscópico. Desenvolveu-se, ainda, um conjunto de redes baseado nas respostas oferecidas pelos alunos, estagiários e professores (ver Figuras 1 e 2). O objectivo das Redes 1 (Fig. 1) e 2 (Fig. 2) foi organizar as ideias dos sujeitos sobre os seres vivos e traçar relações entre essas ideias e o conceito crescimento. Com esta metodologia condições e mecanismos de crescimento foram identificados.

Figura 1.- Rede de Ideias acerca das Condições de Crescimento em Seres Vivos

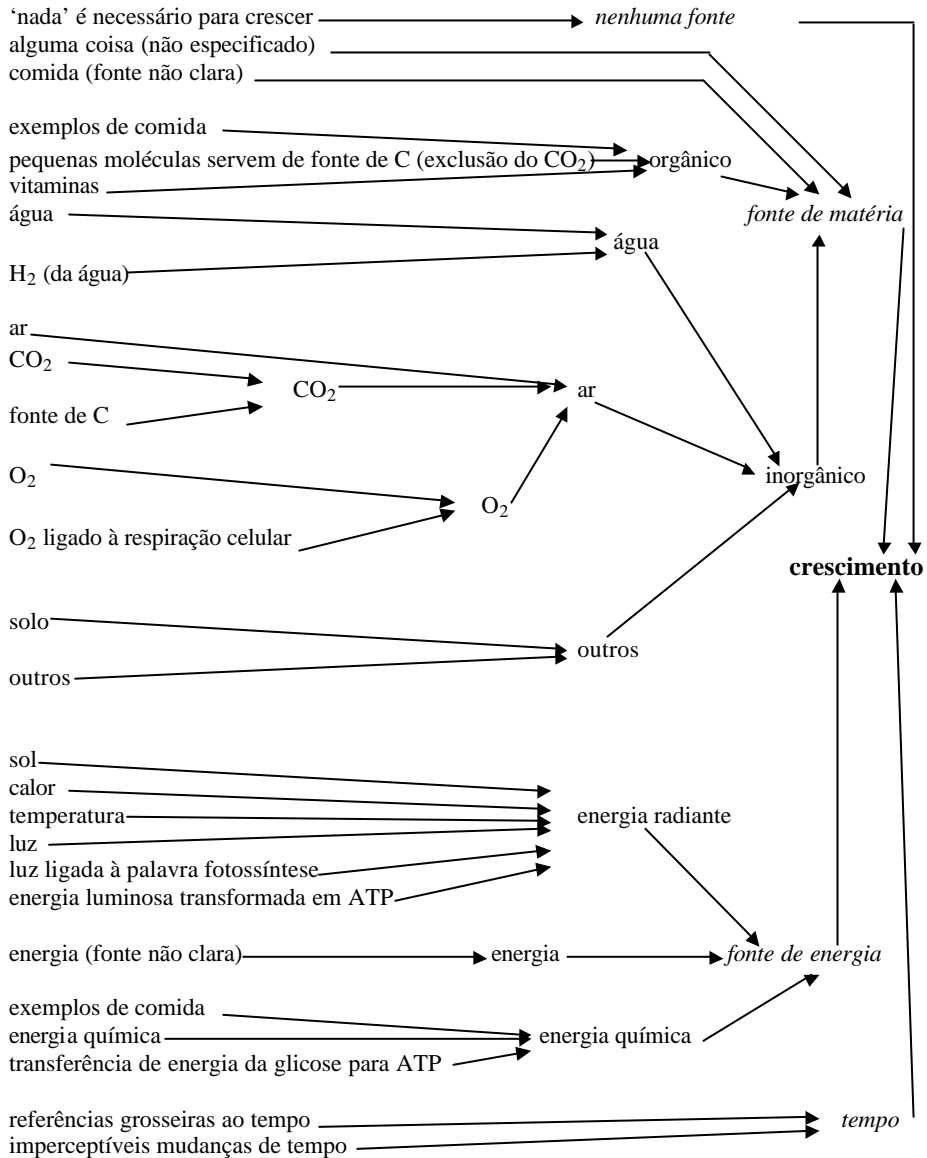
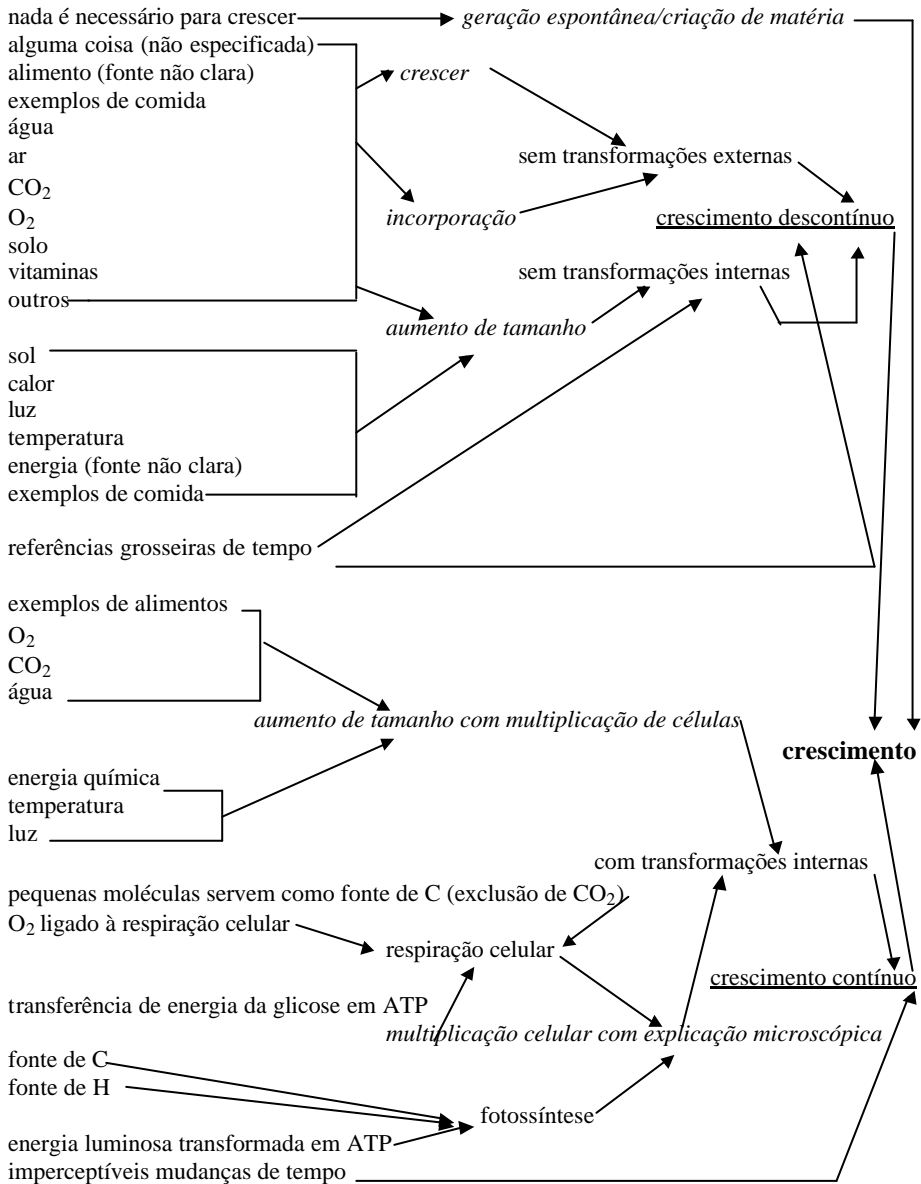


Figura 2.- Rede de Ideias acerca dos Mecanismos de Crescimento em Seres Vivos



Condições de crescimento

Uma observação detalhada às respostas dadas pelos sujeitos às necessidades para crescimento revelaram que os sujeitos mencionaram:

- uma **mistura** de fontes de matéria e energia cientificamente aceitáveis com fontes não aceitáveis cientificamente;
- fontes de matéria e energia **cientificamente aceitáveis** com um ponto de vista **macroscópico** dos conceitos envolvidos;
- fontes de matéria e energia **cientificamente aceitáveis** com um ponto de vista **microscópico** dos conceitos envolvidos.

As respostas dos sujeitos também revelaram duas concepções sobre a condição tempo:

- regularidade que acontecia em **largos** períodos de tempo;
- regularidade que acontecia em **imperceptível** períodos de tempo.

Para alguns sujeitos as ‘coisas’ não necessitavam de nada para crescer.

Mecanismos de crescimento

Uma análise detalhada às respostas dos sujeitos envolvendo ideias sobre mecanismos de crescimento revelaram que os sujeitos ofereceram explicações envolvendo:

- **nenhuma** condição e o processo parecia criar matéria;
- matéria **sem** ligações com transformações externas ou internas;
- matéria e energia **sem** transformações externas ou internas;
- matéria e energia **com** mudança de dimensões;
- matéria e energia **com** transformações internas.

4. Resultados e discussão

Os resultados relativos às condições necessárias para o crescimento em seres vivos podem ser sumariados da seguinte maneira:

Os alunos mais jovens mostraram a convicção de que **nada** era necessário para o crescimento ocorrer. Alguns sujeitos mostraram a convicção de que era impossível crescer **sem certas condições**, mas os sujeitos não foram capazes de definir as condições. Outros sujeitos mostraram a crença que matéria era suficiente para promover o crescimento, enquanto que outros pareciam acreditar que, para haver crescimento, matéria e energia eram as condições necessárias e

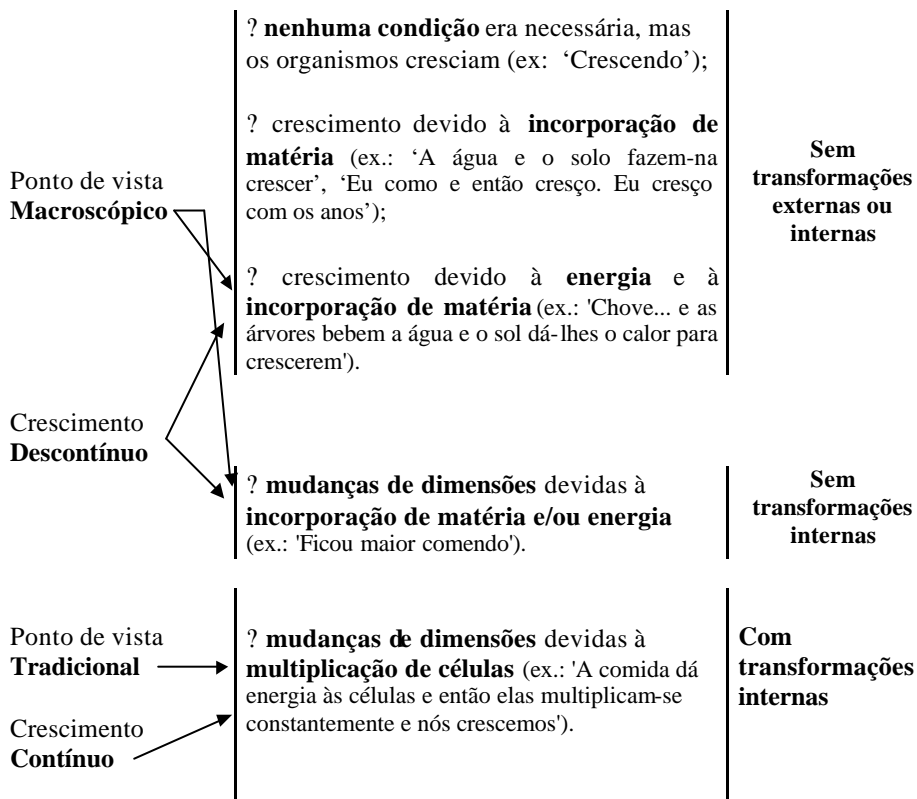
suficientes. Os resultados da investigação mostraram que, para os seres vivos, alunos até ao sétimo ano de escolaridade tinham dificuldades em alcançar o conhecimento geral de fontes de matéria e de energia necessárias ao crescimento. Os alunos só ofereceram respostas envolvendo fontes de matéria e de energia com um ponto de vista macroscópico. A condição tempo foi raramente mencionada. Contudo, muitos alunos, especialmente os mais jovens, partilharam a ideia de que os seres vivos necessitavam da passagem de longos períodos de tempo para que o crescimento acontecesse.

Os resultados relativos aos **mecanismos** de crescimento em seres vivos podem ser sumariados como se segue:

Os alunos mais jovens pareciam mostrar a convicção que nenhuma condição para o crescimento era necessária, mas que os organismos cresciam de qualquer maneira. Alguns sujeitos pareciam mostrar a crença que o crescimento era devido à incorporação de matéria. Outros sujeitos pareciam revelar a convicção que o crescimento era devido à energia e à incorporação de matéria, mas nunca referiam **como** a matéria e a energia eram utilizadas no processo e também não ofereciam qualquer explicação envolvendo transformações externas nos seres envolvidos. Para outros, mudanças de dimensões pareciam ser devidas a incorporação de matéria e/ou energia, mas nenhuma explicação dada envolveu transformações internas. Muitos dos alunos mais velhos e a grande maioria dos professores e estagiários expressaram a opinião de que as mudanças de dimensões eram devidas à multiplicação de células, mas nenhuma das justificações oferecidas envolveu transformações internas. Só uma percentagem mínima de estagiários deu explicações envolvendo pontos de vista microscópicos sobre transformações internas de matéria e transferências de energia para os seres vivos envolvidos.

Nas Figuras 3 e 4 sumarizam-se as ideias mais relevantes dos alunos (Figura 3) e as ideias dos estagiários e dos professores (Figura 4) relativamente a mecanismos de crescimento em seres vivos.

Figura 3.- Sumário das Ideias dos Alunos Relativamente a Mecanismos de Crescimento em Seres Vivos

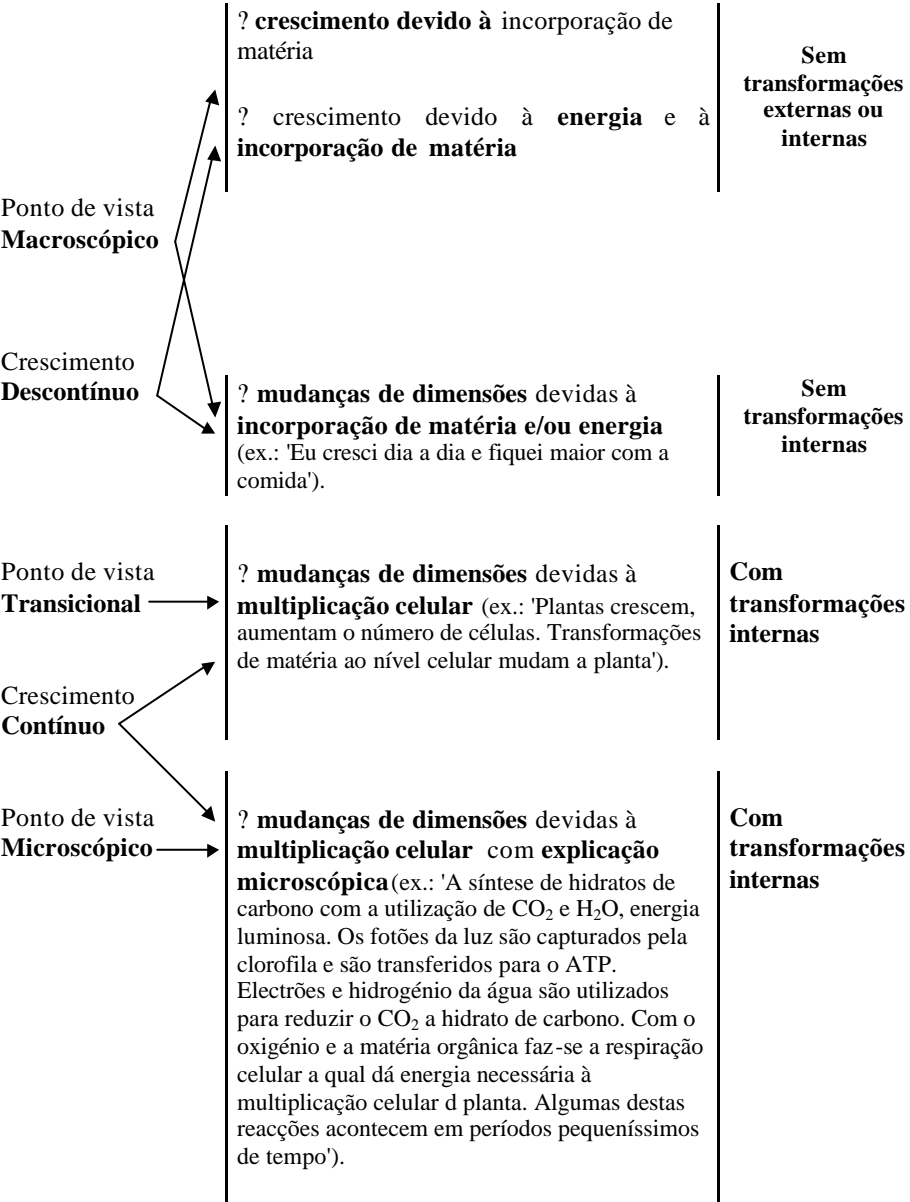


Alguns alunos pareciam mostrar dificuldades em distinguir mudanças nas três dimensões dos seres vivos estudados e um rápido aumento numa das dimensões parecia não facilitar a observação de mudanças noutras dimensões.

Enquanto que até aos 10-11 anos de idade a grande maioria dos alunos parecia ver o crescimento como um processo descontínuo, depois desta idade os alunos começaram a oferecer explicações que pareciam envolver um processo contínuo.

A aquisição do **conceito de célula** parecia ser **crucial** para a mudança do ponto de vista **macroscópico** para o **microscópico**.

Figura 4.- Sumário das Ideias dos Estagiários e dos Professores Relativamente aos Mecanismos de Crescimento em Seres Vivos



A explicação mais comum oferecida por estagiários e professores envolvia a multiplicação celular, mas em nenhuma justificação oferecida pelos sujeitos foi indicada transformações internas. Só uma percentagem mínima de estagiários mostrou possuir uma compreensão microscópica dos conceitos relacionados com transformações da matéria, transferências de energia e como as células trabalham nos seres vivos envolvidos.

Relações entre as ideias dos alunos e as dos seus professores

Nenhum aluno, entre o primeiro ano e o sexto ano de escolaridade, mostrou possuir um nível maior de compreensão, para qualquer dos conceitos envolvidos, do que o do seu professor. Contudo, as ideias dos alunos mostraram associações fracas com as ideias dos seus professores. Correlações positivas e estatisticamente significativas foram encontradas e especialmente as fontes de matéria para o crescimento pareciam estar relacionadas com a aprendizagem ligada à orientação dos professores.

Embora os professores tivessem mostrado uma compreensão limitada relativa a condições e mecanismos de crescimento, do ponto de vista microscópico, os resultados deste estudo parecem salientar as fracas associações estabelecidas entre as ideias dos alunos e as ideias dos seus professores. Assim, o que os professores sabiam parece não ter afectado grandemente o processo de ensino/aprendizagem. Possíveis explicações para este facto podem estar relacionadas com propostas facilitadoras da mudança conceptual inadequadas, de intervenção pedagógica e ou com a fraca avaliação da aprendizagem.

Apesar dos dados da investigação terem sido recolhidos fora da sala de aula, mas dentro da escola, possivelmente os dados foram afectados pelo facto de alunos e professores oferecerem, por vezes, significados diferentes de acordo com o contexto e o que aconteceu, dentro da sala de aula, durante o processo de ensino/aprendizagem, talvez tenha tido resultados diferentes dos obtidos nesta investigação. Contudo, é importante referir que, provavelmente, o conhecimento que é lembrado e aplicado em situações novas é o que é utilizado fora dos contextos das aulas de ciências e não o que é utilizado no contexto formal de aula.

5. Conclusões

O conceito crescimento envolve ideias sobre matéria, energia, tempo e ligações dessas ideias com ideias de transformações de matéria e/ou transferes de energia. Cada conceito acima mencionado pode ser compreendido a nível macroscópico ou microscópico. Contudo, para que a mudança da compreensão do conceito crescimento passe do nível macroscópico para o microscópico, é crucial que a micro compreensão das transformações da matéria, da natureza e transferes de algumas formas de energia, das ligações entre esses conceitos e a compreensão de como as células trabalham esteja previamente estabelecida. Os resultados desta investigação parecem mostrar que macro pontos de vista de como a célula trabalha parecem abrir a possibilidade a um nível transicional entre a compreensão macro e a microscópica do conceito de crescimento. Mas, a visão microscópica de crescimento só é atingida quando uma explicação microscópica de como a célula trabalha está envolvida.

Quando um organismo cresce, novas estruturas são formadas e a compreensão macroscópica de crescimento só pode ser atingida quando as interligações entre transformação da matéria e transferes de energia são estabelecidas, de acordo com a visão macroscópica. A visão microscópica de como novas estruturas são construídas necessita, pelo menos, de uma compreensão ultra-microscópica da estrutura da célula e uma compreensão bioquímica de como a célula trabalha.

É bom não esquecer a importância da variável tempo, pois transformações de matéria e transferes de energia implicam mudanças e estas dão-se em intervalos de tempo. Mudanças num ser vivo podem ser contínuas ou descontínuas, mas cada mudança implica um certo período de tempo. Contudo, os resultados da investigação mostraram que os alunos, em todos os graus de ensino, parecem ter dificuldades em fazer a ligação entre mudança e tempo.

Bibliografia

Saraiva, A. M. R (1995), *Ideas about Growth in Portuguese Pupils, Student Teachers and Teachers*, thesis for the degree of Doctor in Philosophy, Liverpool: Liverpool University.