

Texto extraído de:

CACHAPUZ, A. F., PRAIA, J. e JORGE, M. *Ciência, Educação em Ciência e Ensino de Ciências* (Temas de Investigação, 26), Ministério da Educação, Lisboa, 2002.

Capítulo 3: Perspectivas De Ensino: Caracterização E Evolução

## **ENSINO PARA A MUDANÇA CONCEPTUAL**

O entendimento pela Didática das Ciências de uma perspectiva de ensino, ainda que com cambiantes, genericamente designada de mudança conceptual (EMC) tem raízes epistemológicas racionalistas e vai contra uma convergência de ideias sobre a conceitualização da aprendizagem centrada na mera aquisição dos conceitos. Do que se trata agora e de contribuir para mudar os conceitos, de procurar compreender algumas das dificuldades que tal mudança exige e de referir eventuais estratégias de ensino para ajudar os alunos a levar a cabo tal mudança. Importa assinalar que dado qualquer conceito estar articulado, de forma complexa, a muitos outros conceitos – redes de conceitos - neste sentido, o EMC não visa apenas uma alteração ou uma mera substituição de um dado conceito *strictu sensu* mas envolve uma (re)organização conceitual. Do que se trata é de o professor ajudar a transformar *estruturas conceituais* e, assim sendo, contribuir para que os alunos reorganizem os seus conceitos de uma outra maneira, de uma forma qualitativamente diferente. Já não se aceita a ideia de um sujeito pré-constituído, mas um sujeito a constituir-se, que se autorregula e auto transforma à medida que (re)constrói e transforma os seus conceitos, que modifica a sua estrutura conceptual, que muda de maneira de observar e de pensar os fenômenos. Passa a estar, agora, em condições de desenvolver novas atitudes a respeito dos seus próprios conceitos, num diálogo entre o anterior e o presente.

Estamos, pois, longe das perspectivas geradoras da ilusão de que os alunos podem aprender diretamente das ideias do professor. Por isso mesmo o papel do professor e do aluno são agora bem diferentes das perspectivas atrás referidas, como adiante se verá.

Assim, nas suas diferentes manifestações a perspectiva do EMC é lida à luz de perspectivas cognitivo-construtivistas da aprendizagem, que põem a tônica na atividade cognitiva do sujeito. São, pois, os alunos que constroem e (re)constróem os seus conhecimentos, que transformam a informação em conhecimento e que de forma progressiva - contínua ou descontínua – irão adquirir e desenvolver *instrumentos* para pensar melhor. Em todo o caso, privilegiam-se as construções prévias, uma vez que são elas que filtram, escolhem, descodificam, assim como (re)elaboram informações que o sujeito recebe do exterior.

Tais processos de construção dessas ideias podem estar mais ou menos em continuidade (captura conceptual) ou mais ou menos em ruptura com a versão científica adequada (troca conceptual), porem são sempre processos mais ou menos lentos até ao momento em que eventualmente se dá a mudança qualitativa dos conceitos anteriores (quando tal ocorre).

Do professor exige-se um outro papel, já que passa a ser um organizador de estratégias intencionais, em particular, provocadoras muitas vezes de conflito cognitivo, em que ao mesmo tempo estimula a problematização e a interrogação acerca de um possível significado que os alunos atribuem aos seus saberes. O professor sugere e refere propostas alternativas às dos alunos, provoca lhes dúvidas e vacilações, incentiva a interação e a cooperação entre os alunos. Numa atitude reflexivo investigativa tenta ajudar os alunos a construir representações mais ajustadas á forma como os alunos deverão pensar. Do que se trata, pois, no EMC é tentar compreender, como já afirmamos, como mudam os conceitos e não somente como se adquirem, esta perspectiva de ensino obriga a "aprender a pensar", já que é, em primeiro lugar, do esforço pessoal e individual dos alunos, ainda que com a intervenção dos colegas e do professor, de que resultarão eventuais saltos qualitativos na sua reorganização cognitiva.

Há um tempo (exigente) de preparação para um pensar mais coerente com as propostas oriundas da ciência e esse tempo é lento e demorado. Se a desestruturação pode ser, pelo menos aparentemente, mais rápida, a mudança do (senso comum) pré-científico para o pensar cientificamente é sempre mais exigente, pelo salto qualitativo a que obriga os alunos e que implica mudar (por vezes) radicalmente o que constituiu durante tanto tempo as suas certezas. O papel difícil do professor respeita ao entendimento que ele tem da situação, nomeadamente, de uma adequada compreensão do significado atribuído aos conhecimentos explícitos e, sobretudo, implícitos e escondidos (não conscientes) dos alunos. Este novo papel do professor implica possuir um conhecimento aprofundado dos conteúdos, *(abandonando a ideia simplista de dar apenas a matéria)*, bem como da história do pensamento científico, cujos ensinamentos se tornam importantes para esta compreensão. O seu entendimento da linguagem utilizada pelo aluno, tem de valorizar agora a função cognitiva da linguagem e não só a função meramente comunicativa, de modo a fazer emergir o erro, como algo que se torna necessário existir para que o possamos ajudar a erradicar. Daí a importância de, por exemplo, ter em conta e explorar de forma interativa a linguagem metafórica do aluno para poder assim acompanhar e apoiar a construção do seu conhecimento.

Ao EMC está inerente a necessidade de conhecer representações prévias dos alunos. Como já revelamos o EMC apoia-se em perspectivas construtivistas da aprendizagem, em que a atividade do sujeito consiste essencialmente em organizar a informação com vista a uma necessária reorganização do conhecimento, em esquemas, entretanto, com uma estrutura própria, atividade exigente e cognitivamente complexa.

Faz-se notar que passa a ser o aluno, predominantemente, o principal responsável por traçar o seu percurso pessoal, cabendo ao professor o papel de facilitador e de mediador dos conhecimentos prévios dos alunos, dos seus conhecimentos primeiros, mesmo adquiridos antes do ensino formal. Importa ajudar o aluno a esforçar-se, a ser cognitiva e afetivamente persistente e a envolver-se na procura de interligações, capazes de promover a mudança dos seus conhecimentos prévios, de senso comum para conhecimentos científicos, organizados e, sobretudo, aceites por ele como mais plausíveis. Do que se trata é de valorizar o aluno nas suas dificuldades pessoais e num contexto de aprendizagem específico. Já não se trata, pois, de falar nos estádios de desenvolvimento piagetiano com o entusiasmo dos anos 50 e 60, pois o que está em causa agora é a própria situação didática, concreta e particular de cada

aluno e não de um dado grupo num hipotético estágio de desenvolvimento. Dito de outra maneira, o que interessa agora é a psicologia do aluno e não da criança, do jovem ou do adolescente (em abstracto). O que é importante é qual o significado para um dado aluno da situação didática específica com que se confronta, para tentar resolver a dissonância, maior ou menor, cognitiva e mesmo afetiva, relativamente às dificuldades que se lhe colocam numa dada situação de aprendizagem.

No EMC o papel do erro passa assim a ser constitutivo da própria situação didática. Podemos mesmo dizer que, neste contexto, há que reconhecer a necessidade de errar, para que se possa ultrapassar de forma compreensiva a situação, nomeadamente, reconhecendo o porquê do erro, o seu significado e eventuais articulações com os saberes expressos numa dada situação. O que implica que o professor deve partilhar o esforço do aluno de arriscar a errar. Se não errarmos não podemos avançar. Trata-se de promover no aluno a conquista por esforço próprio do exercício do pensar de ajudar a novas atitudes face às dificuldades, de ajudar o aluno a realizar exercícios do pensar.

Neste contexto, é fundamental ter em conta eventuais dificuldades de aprendizagem dos alunos originadas pelas designadas concepções alternativas (CA), isto é, ideias em oposição a concepções cientificamente adequadas (p ex , concepção mecanicista de equilíbrio químico). "As CA não devem, pois, ser confundidas como interpretações momentâneas ou localizadas, simples artefactos de um dado contexto situacional, resultando de simples distrações, lapsos de memória ou erros de calculo, mas sim como potenciais modelos explicativos podendo unificar mais do que um tipo de fenómenos e resultando de um esforço consciente de teorização" (Cachapuz 1995). Importa refletir um pouco mais e referir não apenas o que são, mas ainda qual a sua importância para a aprendizagem, referindo ainda algo das suas características.

A necessidade de adequar as estratégias de ensino as ideias prévias dos alunos exige que tenhamos necessidade de diagnosticar as CA dos alunos. E diagnosticar não apenas as já existentes antes do ensino formal (concepções intuitivas como, p. ex., a ideia de calórico), mas também as que se articulam com o ensino desenvolvido e por ventura tenham sido por ele reforçadas ou até induzidas ainda que não intencionalmente (a título ilustrativo, tenha-se em conta a frequente confusão, nos manuais escolares, entre elemento e substância elementar ao atribuir propriedades macroscópicas das segundas aos primeiros).

A linha de investigação em CA data de princípios da década de 70. Porém, é na década seguinte que se dá a maior explosão dos estudos referentes às CA. Importa referir que autores como Driver, Erickson, Freyberg, Gilbert, Giordan, Gil Perez, Osborne, Saltiel, Solomon, Tiberghien, Viennot, Wandersee, Wittrock, entre muitos outros, foram de facto a face mais visível deste movimento.

A vasta terminologia usada para designar as CA que se pode encontrar na bibliografia, ficou a dever-se a que ainda não estavam completamente visíveis as relações e os fundamentos epistemológicos, já que sempre que surgem movimentos pioneiros é normal isso acontecer na comunidade científica respectiva. Após uma maior reflexão, ponderação e maturidade sobre os fundamentos que lhes estão subjacentes, começa-se a estabelecer alguns consensos e a acalmia terminológica começa a dar-se (Santos, 1998). Das múltiplas designações optamos por CA. Assim, *Concepção*, enquanto diz respeito a representações

personais, espontâneas e solidárias de uma estrutura e que podem ser ou não partilhadas por um conjunto de alunos; *Alternativa*, para destacar a ideia que tais concepções não têm o estatuto de conceitos científicos e que sendo essenciais a aprendizagem (de um dado aluno) decorrem essencialmente da experiência pessoal do aluno, da cultura e linguagem (ver Quadro 3.2).

Na perspectiva do EMC a problemática das CA constitui um dos seus aspectos centrais, funcionando não apenas como um meio mas ainda como um fim. Ou seja, o professor ao desenvolver estratégias que são próprias do EMC, fá-lo para ajudar os alunos a modificarem tais CA, para assim poderem qualitativamente melhor compreender os conteúdos em causa. E é em boa parte por recolocar a ênfase nos conteúdos (em contraponto ao EPD) que os estudos sobre CA se desenvolveram a um ritmo notável na década de 80.

Existindo hoje para as diferentes áreas científicas as uma listagem significativa, em termos quantitativos de CA diagnosticadas provindo de contextos muito distintos, importa promover a sua difusão e conhecimento pelos professores (ver Quadro 3.3 - exemplos de CA em Ciências).

Importa traçar algumas ideias em torno das CA. Naturalmente no quadro cognitivo-construtivista, bem como numa perspectiva epistemológica de natureza pós positivista, quadros de referência e de fundamentação teórica que foram desenhados no capítulo anterior.

Tal como acima se referiu as CA têm um carácter pessoal, são uma explicação para os fenómenos de carácter subjetivo, são frequentemente idiossincráticas, daí a sua especificidade, nomeadamente em relação ao significado que cada aluno lhe atribui (ainda que possam ser partilhadas por vários alunos). O que está em causa é referir que, pese embora tal heterogeneidade cultural, linguística e social dos alunos há determinados padrões que se mantêm e daí tentamos fazer uma tipificação, ainda que saibamos dos reducionismos que tal acarreta.

Segundo alguns autores há, muitas vezes, conceitos dos alunos que se apresentam próximos dos conceitos científicos adequados para o ensino, permitindo que o aluno com um *pequeno* esforço cognitivo consiga compreender os conceitos que se exigem - processo designado, lembremo-lo, de captura conceptual. Não chega pois a haver um verdadeiro confronto cognitivo. Tal perspectiva de ensino, enquanto processo de reconstrução conceptual, por apropriação epistemológica, designa-se ele continuista e, neste caso, a partir de estratégias adequadas, com sistematicidade na procura da incorreção ou do erro pelo aluno podem ajudar, com mais ou menos *facilidade*, a construir os conceitos corretos. Por outro lado, existem situações configurando-se ao professor como muito distantes dos conceitos científicos - processo de troca conceptual - que por apropriação epistemológica se designam de descontínuistas, situações didáticas bem mais difíceis e complexas de concretizar. Esclarece-se que quer a captura, quer a troca conceptual são processos de reconstrução cognitiva e não, como muitas vezes se pensa *estádios* diferentes do erro. Uma situação típica de troca conceptual diz respeito às ideias intuitivas construídas pelo aluno através da sua experiência pessoal e, muitas vezes, "reforçadas" pela linguagem, quer do dia a dia, quer não raras vezes, pelos manuais escolares. Por exemplo, a confusão entre energia/calor/temperatura. Ou ainda, de situações muito frequentes na aprendizagem das

Ciências envolvendo a articulação entre o nível macroscópico e o nível microscópico.

Numa turma todas estas situações coexistem, tendo o professor não só de as detectar, de as ter em conta, mas ainda de desenvolver uma sensibilidade e saberes diferenciados, tendo presente que exigem tratamentos didáticos igualmente bem diferentes.

**Quadro 3.2** Aspectos distintos dos dois modos de conhecimento

<b>CONHECIMENTO</b>	<b>Concepções Alternativas</b>	<b>Conceitos Científicos</b>
<b>ASPECTOS</b>		
<b>Estruturais</b>	Solidárias de uma estrutura pensada com base numa lógica de atributos.	Mais estruturados; são pensados com base numa lógica de relações.
<b>Contextuais</b>	Confinam-se a determinados contextos. Sendo interiorizadas com base na experiência própria e de uma maneira que é própria, são generalizáveis.	Trans-contextuais e generalizáveis. Sendo construções intersubjectivas, socializadas, não se limitam a experiências e processos pessoais nem a presentes e actuais.
<b>Linguísticos</b>	São penetradas por uma linguagem e por termos indiferenciados (linguagem do senso comum). O sentido aparente das analogias e metáforas exerce nelas grande influência.	Recorrem a uma super-estrutura linguística (linguagem científica). O uso figurativo da linguagem (analogias, metáforas... ) é apenas um meio de "dar a ver" o que é abstracto.
<b>Causalidade/ /Teleologia</b>	Tendem para explicações com base em intenções ou motivos que levam às acções – causas penetradas por explicações finalistas (indiferenciação causa-fim). Tendem, também, para uma causalidade linear (limitam-se a apontar em sequências, mais ou menos rígidas, que tal causa produz tal efeito (causa-efeito).	São cada vez menos comandadas pelo determinismo causal. Em biologia evocam-se causas intrínsecas – teleonomia. É apanágio do conhecimento científico a intervenção de uma rede complexa de relações causais; a causalidade linear (causa-efeito) passa a orientar-se para uma causalidade circular (efeito-causa).
<b>Hipotéticos</b>	Tendem a não se radicar no possível, no hipotético: são "certezas" prematuras; privilegiam observações e ideias que confirmam essas "certezas".	São cada vez mais penetradas pela incerteza, pelo hipotético. Tendem a procurar na experiência o que as refuta e não apenas o que as confirma.
<b>Preditivos</b>	A sua capacidade preditiva limita-se a fenómenos da vida corrente.	A sua capacidade preditiva ultrapassa largamente as nossas capacidade de observação natural – vai até mundos possíveis.
<b>Operativo/ /Figurativo</b>	Há predominância do modo figurativo sobre o modo operativo; radicam-se em experiências sensoriais e cinestésicas que tendem a reproduzir a realidade com base em aspectos óbvios da percepção; não resultam de uma prática especificamente orientada para as produzir.	Recorrem a modos predominantemente operativos. O cientista transforma o real para o conhecer melhor com recurso a acções interiorizadas. Constrói, intencionalmente, artificios e ignora, voluntariamente, muitos traços da situação estudada.
<b>Aplicação</b>	Têm um campo de aplicação muito restrito e indiferenciado; a sua aplicação limita-se a fenómenos da vida corrente.	Têm um campo de aplicação alargado; incorporam na sua própria significação as condições de aplicação.
<b>Abstracção</b>	Tendem para "coisificar" ou "substancializar" ideias abstractas.	Tendem para "descoisificar" e para a abstracção matemática.

(Extraído de Santos 1992)

Sabemos hoje que as CA são erros constitutivos do saber, são uma consequência inevitável de um limite humano. Por isso, há que ter consciência da sua presença, há que passar por elas para as poder ultrapassar. Não podem ser ignoradas e são mesmo condição do progresso do saber, sob pena de se constituírem em obstáculos didático e se tornarem em fatores de não aprendizagem para a mudança. As CA têm, pois de deixar de ser uma barreira à aprendizagem para se transformarem numa necessidade de melhor se conhecer o seu significado, para mais adequadamente o professor agir sobre elas.

**Quadro 3.3 Exemplos de Concepções Alternativas**

<b>CONHECIMENTO</b>	<b>CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS</b>
<b>1. Estrutura da Matéria</b>	* Há ar no espaço entre as partículas constituintes de qualquer substância.
<b>2. Peso de um Corpo</b>	* O peso como uma propriedade intrínseca dos corpos e não como o resultado da interacção corpo/Terra.
<b>3. Temperatura</b>	* A temperatura de um objecto depende da natureza do material de que é feito; os metais são normalmente mais «frios» do que a madeira.
<b>4. Calor</b>	* O calor como substância material (ideia de calórico) e não como processo de transferência de energia entre dois corpos a temperaturas diferentes.
<b>5. Cor dos Objectos</b>	* Cor considerada como propriedade intrínseca dos objectos e não como o resultado da interacção luz/matéria.
<b>6. Equilíbrio Químico</b>	* Visão estática do equilíbrio químico.
<b>7. Reacção Química</b>	* Alguns produtos da reacção já existiam nos reagentes, só que não tinham tido ocasião para se manifestarem (ideia de deslocamento);
<b>8. Corrente Eléctrica</b>	* Substancialização da corrente eléctrica como algo fluido que é consumido pelos elementos do circuito.
<b>9. Fenómenos Biológicos</b>	* Procuram razões para os fenómenos fisiológicos baseando-se em aspectos morfológicos, pois o observável é utilizado para explicar o microscópico.
<b>10. Nutrição nas Plantas</b>	* As plantas, por analogia com os animais, obtem alimento do exterior; assim, o alimento é absorvido pelas raízes e vai depois para as folhas. A fotossíntese é qualquer coisa que a planta faz depois de ter alimento. * Consideram que a fotossíntese só ocorre de dia e a respiração só ocorre de noite, servindo a fotossíntese para purificar o ar.
<b>11. Respiração</b>	* Nos fenómenos respiratórios atribuem "o" papel activo exclusivamente ao oxigénio; * Tomam a respiração como sinónimo de ventilação alveolar; * Visão mecanicista em termos de entrada e saída de ar ignorando as trocas gasosas e a relação destas com os fenómenos celulares.
<b>12. Topografia da Terra</b>	* Os continentes originam-se a partir de forças verticais que actuam sobre os fundos dos oceanos; * Existe um declive progressivo entre o centro dos continentes e o centro dos oceanos.

Sendo um conhecimento resistente à mudança e implicando exigências que o ensino tradicional não privilegia, as CA acabam, muitas vezes, por se tornarem regressivas. Uma das suas características principais é a grande estabilidade constituindo, assim, verdadeiros obstáculos epistemológicos bachelardianos que impedem o progresso dos alunos com vista à aquisição e à ultrapassagem do senso comum para um espírito mais condizente com a natureza do processo de construção do conhecimento científico. Diremos que é internamente, por via de razões próprias dos alunos, muito do foro psicológico, do seu imaginário, das crenças que foram construindo no processo de pensar, que residem muitas das dificuldades da mudança. A chamada à consciência de tais CA obriga a que os alunos se tornem mais receptivos a mudar, a ultrapassar os obstáculos, já que importa serem reconhecidos por eles próprios como inadequadas às explicações que se torna necessário dar, a caminho de uma maior coerência argumentativa.

O trabalho a desenvolver pelo professor tem de centrar-se não só na compreensão profunda do significado que os alunos atribuem aos fenómenos, mas também no promover uma ecologia de aula que lhes permita serem mediadores entre os seus “pares”, quer no âmbito intragrupal, intergrupar ou em grupo aberto, porém, não deixando de, no final, desenvolver uma síntese sobre as discussões havidas. Há que mudar de atitude. Assim, o professor tem de abandonar posturas rígidas e empenhar-se em atividades cognitivamente mais estimulantes, contribuindo para o exercício do pensar

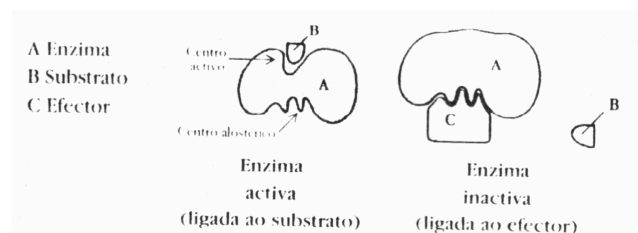
...

De que modo é que o professor pode desencadear estratégias de MC, mais concretamente de troca conceptual?

A resposta a esta questão tem naturalmente a ver com modelos de Mudança Conceptual.

Refira-se, porque provavelmente com maior divulgação, o designado *modelo alostérico* de Giordan & De Vecchi (1987). Tal *modelo*, cuja designação advém das muitas semelhanças com o funcionamento alostérico de muitas biomoléculas<sup>1</sup>, apresenta uma

<sup>1</sup> Muitas biomoléculas, nomeadamente proteínas, como por exemplo enzimas, apresentam um modo de funcionamento de tipo alostérico (do grego *alos*=outro e *estero*=lugar). De acordo com este modelo determinadas enzimas possuem, para além do centro ativo através do qual se ligam ao substrato, um outro centro chamado centro alostérico. No centro alostérico pode ligar-se, por competição uma outra substância, o efector, que interatua com a enzima modificando a sua estrutura, Esta alteração impede que a enzima se ligue ao substrato ficando portanto inativa.



A ligação da enzima ao seu substrato ou a um efector depende de uma regulação que se estabelece por competição de acordo com as condições ambientais. O efector é muitas vezes o produto final uma cadeia de síntese. Quando está em excesso inativa a primeira enzima da cadeia impedindo a formação de mais moléculas, se está em défice liberta a enzima tornando-a ativa e promovendo a síntese de novas moléculas.

De modo análogo, a aprendizagem é um processo ativo que implica competição entre o que o aluno já sabe

natureza multifatorial na qual a aprendizagem centrada no aluno, não depende de um só fator mas de um conjunto de condições que se conjugam e geram os ambientes didáticos propícios à aprendizagem e à mudança conceptual. Tais ambientes operam simultaneamente e de uma forma evolutiva, ainda que descontínua, já que aí aprender implica uma reestruturação global, porventura uma *mudança paradigmática* que gera novos significados que se tornam capazes de responder as situações conceptuais colocadas.

A mudança conceptual segue um processo evolutivo marcado sucessivamente, por:

**i) induzir no aluno um desequilíbrio conceitual;**

**ii) ajudar o aluno a interrogar-se e a explicitar o seu próprio pensamento;**

**iii) contribuir, agora, para uma adequada confrontação das suas ideias com outras opiniões, em particular, com as dos seus colegas;**

**iv) utilizar esquemas, gráficos, fazer uma síntese, por exemplo, que ajude à reflexão e a uma nova visão da realidade construída pelo aluno.**

O modelo a que aludimos anteriormente designado, pelos próprios, de *alostérico*, insere-se no paradigma da troca conceitual e tenta responder prioritariamente a questões de aprendizagem. Trata-se de uma teorização a partir da qual é possível inferir previsões, isto é, um conjunto de condições designadas como ambientes didáticos capazes de gerar aprendizagens significativas. Neste contexto, a construção do conhecimento depende do aluno, ele próprio gere a sua aprendizagem. Assim, as concepções que o aluno já possui funcionam não só como um quadro de problematização e, ao mesmo tempo, condicionam a forma de pensar, tornando-se, assim, as suas principais referências. É através desta *janela* de análise que o aluno interpreta as situações com as quais é confrontado, que procura e descodifica as informações de que necessita. Admitindo, pois, que as aprendizagens significativas se realizam por ruptura com as concepções iniciais do aluno então a aprendizagem de (um) conceito(s) implicará alterações profundas na estrutura mental do indivíduo modificando o seu quadro de problematização, a sua forma de raciocinar e as suas referências iniciais.[...] As concepções não são pois o ponto de partida nem o resultado de uma atividade, elas são os próprios instrumentos de atividade mental. Neste sentido, pode dizer-se que de acordo com o *modelo alostérico*, o aluno está no centro da aprendizagem e esta pressupõe uma atividade de construção durante a qual o sistema conceptual mobilizado pelo aluno se confronta com o conhecimento novo, para produzir novos significados que se apresentam mais eficientes e adequados para responder às suas interrogações.

Entretanto, para além de tentativamente explicar o modo como se aprende, o *modelo alostérico* permite ainda prever importantes obstáculos (epistemológicos) que podem surgir aquando da aprendizagem. Um desses obstáculos reside na falta de elementos necessários a uma boa compreensão, ficando tal falta a dever-se, nomeadamente, a:

**- carências de informação necessária para a aprendizagem;**

---

e o novo conhecimento, sendo essa competição regulada pelos ambientes didáticos que se estabelecem. A aprendizagem pressupõe uma alteração global da estrutura conceptual do aluno que se reorganiza de uma outra forma modificando o seu quadro de problematização, a sua forma de raciocinar e as suas referências iniciais. Esta reorganização é um processo contínuo que surge na sequência das interações que se estabelecem entre o aluno e os seus ambientes didáticos.



- **informações que, apesar de disponíveis, o aluno não utiliza porque não está motivado ou tem outro tipo de preocupações, ou não sabe mesmo utilizar;**
- **informações às quais o aluno não pode ter acesso por razões metodológicas ou funcionais.**

De acordo com a proposta de Giordan, o conhecimento a adquirir não surge automaticamente em continuidade com conhecimentos anteriores, antes estes representam, isso sim, um obstáculo à sua integração. É necessário portanto desencadear uma transformação radical do campo conceptual, mudança essa que inclui várias etapas. Assim,

- i) é necessário pôr permanentemente em causa o conhecimento familiar;**
- ii) a(s) concepção(ões) inicial(is) só se transforma(m) se o aluno for confrontado com um conjunto de argumentos que tornam difícil gerir o que já sabe;**
- iii) o aluno não altera a sua concepção se não possuir quadros de referência e ele organização que permitam estruturar o conhecimento de uma outra forma;**
- iv) no processo de elaboração do conhecimento novo, este deve ser progressivamente diferenciado e para consolidá-lo deve ser mobilizado e aplicado a novos campos ou áreas de conhecimento.**

Neste contexto, a aprendizagem implica que o aluno avalie continua e sistematicamente o percurso de aprendizagem que persegue, isto é, deve reorganizar a informação que lhe é apresentada ou que ele procura, em função das apreciações que vai fazendo, dos significados que elabora e dos saberes que estabelece. Deve finalmente estabelecer diferenças e semelhanças entre o conhecimento antigo e o novo, que possibilita ao aluno poder ultrapassar as contradições que vão surgindo. A aprendizagem é um processo complexo e nunca sequencial - como, por vezes, se pensa.

A aprendizagem é pois um processo de construção que inclui conflitos, integrações e sobretudo interferências que resultam das interações necessárias entre concepções e contextos de aprendizagem, entre concepções e conceitos e sobretudo entre os múltiplos elementos que constituem as concepções (quadro de problematização, quadro de referências e o processo conceptual posto em jogo). A apropriação do conhecimento inclui uma série de transformações progressivas onde o aluno) é questionado sobretudo na sua forma de pensar o que é absolutamente incompatível com um ensino aproblemático.

O processo de aprendizagem desenvolvido implica pois uma intencionalidade no desencadear de situações didáticas capazes de potenciar uma aprendizagem significativa, não deixando ao acaso as ocorrências que não se enquadram dentro dos objectivos perseguidos pela mudança conceptual. Ou seja, as situações educativas devem introduzir, intencionalmente, permitindo relevar, "trazer ao de cima", conflitos conceptuais relevantes entre o aluno e a realidade (observações e/ou experimentações) ou entre o aluno e outros alunos (trabalho de grupo ou confrontos argumentativos). É igualmente importante que os alunos tenham acesso a simbologias, utilizem analogias, ou organograma de fácil utilização que os ajudem à reflexão e à crítica para a reestruturação do conhecimento.

Por último, torna-se também indispensável que os ambientes didáticos propiciem aos

alunos oportunidades para mobilizar os conhecimentos recém adquiridos. Gera-se desse modo um vai e vem entre o conhecimento antigo e o novo conhecimento, eliminando mais facilmente possíveis aderências, que, muitas vezes persistem, pois os alunos apenas ficam por informações avulsas parcelares, despidas de relações e teias onde o conhecimento é susceptível de se gerar com consistência.

Outros modelos poderiam aqui ser referidos, ainda que todos, de uma forma ou de outra, evoquem características algo semelhantes, sobretudo se atendermos não tanto ao quadro investigativo que melhor os situam, mas essencialmente como uma possibilidade de uma adequada estratégia a mobilizar na sala de aula. Assim, poderíamos referir sem cairmos em erros grosseiros alguma fase comuns a vários modelos:

**i) explicitação, identificação e consciencialização das CA dos alunos;**

**ii) exploração, criando no aluno a necessidade de se confrontar com tais CA:**

**iii) discussão entre pares, gerando o conflito cognitivo, capaz de criar uma insatisfação com a existência de tais concepções; iv) fomentar a reflexão, de forma aos alunos evoluírem para explicações mais plausíveis e consistentes, para estádios de maior conforto cognitivo;**

**v) proporcionar momentos de aplicação do novo pensar, nomeadamente em situações da sua vida diária.**

Em síntese, podemos dizer que o EMC representa um avanço na conceptualização do ensino das Ciências em relação ao EPT e ao EPD. O aluno apresenta-se agora como um sujeito cognitivamente ativo, um sujeito em construção que se auto regula e auto-transforma à medida que (re)organiza e amplia a sua estrutura cognitiva, função do confronto entre as suas ideias e os conceitos científicos, confronto esse capaz de gerar a pretendida mudança conceptual.

Apesar de tal avanço na conceitualização do Ensino de Ciências trazido pelo EMC, é hoje pacífico considerar o seu impacto limitado a nível do trabalho desenvolvido pelos professores. Contudo, é justo destacar o desenvolvimento nos anos 80 do projeto CLIS da Universidade de Leeds (Reino Unido) que articulou a investigação então desenvolvida com um projeto de desenvolvimento curricular.

Importa referir, em forma de síntese os dois grandes grupos de razões internas e externas ao modelo e que estiveram, no nosso entender, na base da *fraqueza* do EMC. Assim:

i) razões de ordem interna: a perspectiva do EMC ao sobrevalorizar a aprendizagem dos conceitos, desvaloriza finalidades educacionais e culturalmente relevantes, ligadas aos valores e as atitudes, assim como aos interesses e necessidades pessoais dos alunos. Desta maneira, os alunos deixam de compreender mais facilmente a situação e passam unicamente a considerar os conceitos como meios necessários ao exercício do pensar para resolver uma dada situação, o que lhes dificulta a aprendizagem. Não esqueçamos que as CA têm muito de espontâneo, intuitivo, sensorial, que *sofrem* do que Gil Pérez (1986) designou por *metodologia da superficialidade*. Torna-se assim necessário encontrar novos processos de trabalho, nomeadamente, cooperativos e reflexivos intra e intergrupais, que ajudem a ver *de outra forma* os fenómenos, com uma outra racionalidade e cujas explicações do seu

significado radicam, quase sempre, em premissas ou pontos de partida diferentes, exigindo uma mudança de visão, não apenas conceitual, mas atitudinal perante os próprios fenômenos.

Ao sobrevalorizar aspectos quase só conceptuais ao nível do ensino realizado, importa referir que tais conceitos quase sempre surgem aos alunos como não estando relacionados e integrados, o que acentua ainda mais as dificuldades inerentes à própria integração, dificultando ou impedindo a necessária (re)estruturação e integração em estruturas conceptuais mais vastas. Quase sempre também são ignoradas as ideias estruturantes (Cagliari 1986) de um dado saber, ideias indispensáveis e determinantes para que os alunos compreendam e integrem melhor os respectivos conceitos num todo organizado e coerente. Diríamos mesmo que esta orientação construtivista pode, nos casos em que não for desenvolvida adequadamente e acompanhada de forma atenta pelo professor, *com feedback* contínuo, se não for cuidadosa e exigentemente preparada e acompanhada pode, dizíamos, trazer dificuldades de conceptualização, podendo arrastar desmotivação e insegurança pessoais, levando os alunos a desenvolverem resistências que se traduzem em dificuldades cognitivas acrescidas.

Por outro lado, importa realçar que à perspectiva da mudança conceptual está subjacente a utilização de estratégias metacognitivas (reconhecidamente mais complexas) já que estas em si mesmas estão, por definição, ligadas ao exercício de pensar. Pensamos que desta forma desembarcamos num exigente processo de natureza metacognitiva (ver capítulo 2). Este envolve os alunos em tarefas que implicam um exercício continuado sobre o pensar e que o professor, através de adequadas e intencionais atividades, procura levar a cabo. Na verdade, parece-nos que na perspectiva de ensino que defendemos mais à frente - este exercício é uma própria exigência contida em tal perspectiva. Se o espírito crítico e criativo estão presentes, não é menos verdade que só tendo consciência do exercício que se está a desenvolver se pode realizá-lo bem. Desta forma, como aliás estudos empíricos atestam, o aluno desenvolve competências de nível superior.

Importa ainda assinalar que a ideia de fragmentação da ciência escolar presente, muitas vezes, nos currículos (apesar de alguns esforços que se têm vindo a fazer para minorar tal situação) junta-se uma teorização e abstração cada vez maiores, marcando uma preocupação exagerada em terminologias específicas de diferentes áreas do saber, o que toma ainda mais difícil aos alunos relacionar e integrar os conceitos das áreas respectivas num todo coerente. Assim, não é de admirar que eles sintam, na passagem do pensamento de senso comum para o conhecimento científico, cada vez maiores dificuldades e mesmo impossibilidade de uma adequada compreensão dos conteúdos. Trata-se de uma passagem difícil, em descontinuidade, que exige mudanças graduais evolutivas e que não se processa de uma só vez. Implica rupturas que se desenvolvem e acompanham a própria maturação cognitiva e afectiva dos alunos. Ora, pensamos que esta mudança é gradual, implica tempo, pluralidade de percursos e confronto, ou seja, discussão entre pares, reflexão, porventura retornos e recuos, para ao ir avançando lentamente se consiga olhar pensadamente de outra forma, por outro ângulo, com uma outra atitude mesmo. O que queremos dizer é que a mudança conceptual não ocorre de forma tão rápida e linear como se chegou a pensar, em particular, quando ao nível da investigação se pensou que era possível transferir os ensinamentos delas decorrentes, de forma quase linear para a sala de aula.

ii) razões de ordem externa: ligadas á formação de professores, quer inicial quer contínua e que não acompanhou as mudanças que a perspectiva de EMC implicava, assim como aspectos ligados á aprendizagem. A investigação didático-educacional e as práticas docentes tem andado divorciadas, desconhecem-se mesmo. A esta problemática não é alheia quer a desvalorização a que tal investigação foi votada por sucessivas Reformas Educativas quer a persistência de *modelos* de formação de professores de racionalidade técnica que marcam temporal e espacialmente o discurso da formação nas escolas, em particular, durante a prática pedagógica. Há que encontrar formas de articular a investigação e a formação, incorporando vertentes relacionais e comunicacionais que permitam uma investigação *com* os professores, porventura no seu local de trabalho e com os seus colegas, condições indispensáveis para a melhoria da qualidade do ensino e da educação). Talvez esta seja uma possível razão porque os professores, salvo raras exceções, não adoptaram o EMC para transformar as suas práticas de ensino e, sobretudo, mudar atitudes em relação as questões, da aprendizagem e do sucesso escolar em ciências.

Entretanto, não devemos descuidar o macro e o mesosistema, em particular a Escola, ou seja, as dificuldades residem, também, nas próprias condições organizacionais da escola. Trata-se da sua exequibilidade em função das condições de trabalho para realizar e levar a bom termo tal trabalho. O fator tempo surge como determinante em estratégias deste tipo.

Assim, poucas mudanças haverá na qualidade do ensino se não acautelarmos a sala de aula do significado do que pretendemos, hoje, cultural e socialmente com a Educação, que é cada vez uma Educação para a Cidadania em particular no ensino básico. Trata-se de abandonar os objectivos instrucionais, cujo valor tem sido quase só instrumental e não estrutural e estruturante de uma nova visão e perseguir, de facto, objectivos educacionais.

É neste seguimento, nesta nova e exigente visão, que as grandes rupturas no conhecimento científico do início e meados do século, posteriormente fortalecidas com uma reflexão em torno da natureza da Ciência e de objectivos sócio-educacionais, deram origem a novas formas de pensar a Educação em Ciência hoje. Tais orientações não podiam deixar de vir a ter fortes incidências e implicações no âmbito didático, estando na base de uma nova perspectiva de ensino que, genericamente, se designa no âmbito didático-educacional de Ensino Por Pesquisa.