

As diferentes teorias de aprendizagem e o ensino da física

Maria José B. M. de Almeida

CFisUC, Departamento de Física, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, R. Larga, 3004-516 Coimbra

ze@fis.uc.pt

Resumo

Pretende-se por em evidência a responsabilidade conferida aos professores de Física para conseguirem que os seus alunos compreendam o que é a Física, qual a atitude mais adequada à aprendizagem da Física e qual o processamento interno que cada aprendiz tem de desenvolver para criar uma estrutura correta dos modelos mais simples desta ciência.

Nesta primeira parte do trabalho, fazem-se algumas considerações sobre as três principais teorias de aprendizagem: o behaviorismo, o cognitivismo e o construtivismo. Segue-se uma breve análise das características específicas da Física, no sentido de justificar uma abordagem especial ao seu ensino nos níveis básico e secundário.

Introdução

Há muitas questões com as quais o professor de Física se depara, quando pretende programar as suas aulas, de um modo que seja mais adequado à aprendizagem dos seus alunos: O que é a Física? Como se aprende Física? Como se deve ensinar? Devem ensinar-se conceitos de Física logo

no 1.º ciclo de escolaridade? Quais? Como? Com que objetivo? Quem os deve ensinar?

Em todo o mundo ocidental, são conhecidas as dificuldades de ensinar Física de modo que os alunos a aprendam corretamente [1-6]. E isso acontece mesmo – ou sobretudo – em relação aos fenómenos mais presentes e visíveis na nossa realidade do dia-a-dia, no caso de situações inseridas no domínio da Mecânica Clássica [5,6]. Com base nas teorias de aprendizagem mais aceites pela comunidade científica, tentar-se-á explicar este fenómeno para que, ao promover a sua compreensão, se promova uma maior eficácia nos professores e nas suas atividades de ensino da Física nos níveis pré-universitários.

As teorias de aprendizagem

Pode dizer-se que há, fundamentalmente, três grandes teorias sobre o modo como se processa qualquer aprendizagem de um ser humano: behaviorismo, cognitivismo e construtivismo [7,8]. Estas teorias têm muitas sobreposições, mas também certas especificidades que importa salientar.

O behaviorismo

A primeira teoria de aprendizagem proposta por psicólogos nos fins do século XIX e início do século XX foi o behaviorismo. Dominou praticamente os meios escolares do mundo ocidental durante a primeira metade do século XX. Em Portugal, durou mais tempo: quase todos nós aprendemos com professores formados nos seus princípios. De acordo com o behaviorismo, os seres humanos aprendem através de estímulos e de recompensas. A atribuição de notas elevadas e os Quadros de Honra eram um modo de recompensa pelo sucesso nos estudos. As próprias famílias também



recompensavam os bons alunos. Entendia-se que a maioria das aprendizagens podia ser potenciada por motivações extrínsecas, objetivadas nos estímulos e nas recompensas: uma nota elevada, uma medalha, o reconhecimento dos professores, da família, dos pares. A sociedade mostrava que quem estudava com êxito seria aceite no Ensino Superior, e acederia a profissões correspondentes a uma boa qualidade de vida. Tudo parecia mostrar aos jovens que, pelas recompensas presentes e futuras, valia a pena estudar e aprender.

O treino (repetição das atividades letivas, para melhor aprender) era considerado um bom auxiliar de aprendizagem. Deviam repetir-se exercícios e utilizar-se mnemónicas ou classificações de conteúdos em chavetas ou quadros: quanto mais se treinasse uma determinada atividade, tanto menos tempo se iria demorar para a executar com sucesso.

As orientações do behaviorismo apontam para um aprender “decorado”, muito característico do início da aprendizagem nos primeiros níveis escolares: o aluno vai obtendo e decorando informações fornecidas pelo meio ambiente em que vive, pela família e pela escola, e vai-as guardando na sua memória, para mais tarde as utilizar, quando for necessário.

O cognitivismo

Já segundo o cognitivismo, para se aprender não basta ter acesso à informação. Um ser humano só aprende se “trabalhar” para o fazer. Só através do seu próprio esforço mental, consciente ou não, alguém consegue aprender. A predisposição para este trabalho mental depende fortemente da motivação com que cada aprendiz se aproxima das atividades de aprendizagem. Estas podem ser específicas ou não: há muita aprendizagem apenas por imitação, por vezes inconsciente. De acordo com o cognitivismo, a motivação de cada um para aprender pode ser intrínseca – um aluno pode achar que vale a pena esforçar-se para aprender, simplesmente porque gosta de saber e de ser capaz de resolver situações mais ou menos complicadas (um aspeto muito utilizado nos jogos de computador).

O cognitivismo foi proposto no início do século XX como teoria fundamental de aprendizagens, defendendo que para se conseguir ensinar, é necessário ter os aprendizes “ativos” e “interessados” [9]. Só assim será possível que eles venham a ser capazes de aprender e conseguir aplicar as aprendizagens adquiridas – de reagir bem a desafios envolvendo a resolução de problemas, com um menor ou maior grau de familiaridade com os que foram considerados em sala de aula.

Com o desenvolvimento da ciência cognitiva sobre o funcionamento do cérebro, da memória, e das ligações neuronais, houve um reforço significativo na justificação da importância do cognitivismo como teoria de aprendizagem [4,7,8]. Aceita-se agora que os seres humanos têm duas memórias, entre as quais se desenvolve um processamento (cognitivo) semelhante ao funcionamento dos computadores (Figura 1). Há nos seres humanos uma memória de trabalho mais superficial e limitada em termos de conteúdos a trabalhar. Há, além desta, uma outra memória profunda, onde são guardadas as aquisições processadas por cada um nos diferentes episódios de aprendizagem. Esta memória mais profunda tem uma capacidade praticamente ilimitada de armazenamento.

Numa sala de aula, perante um novo assunto apresentado de forma direta pelo professor, é suscitada a memória de trabalho dos alunos. Para isso, é necessário que os alunos estejam atentos e ativos: este fator depende de cada aluno, mas também depende das capacidades científicas e pedagógicas do professor, que deve ser capaz de motivar os alunos e captar a sua atenção para as novas aprendizagens, relacionando-as com as anteriores. Os alunos ativos tentam começar a “entender” (ou integrar) a nova informação: são suscitadas ligações entre a memória de trabalho e a memória profunda, na qual cada aluno procura os conteúdos anteriormente aprendidos, que poderão ajudar ao processamento das novas aquisições. Os professores podem facilitar esta fase de aprendizagem, evocando as principais ligações significativas entre os novos conteúdos e os anteriormente adquiridos, e fazendo os alunos trabalhar sobre elas (observar ou fazer experiências, comentar os seus resultados, responder a testes ou resolver problemas; na sala de aula ou em casa, isolados ou em grupo).

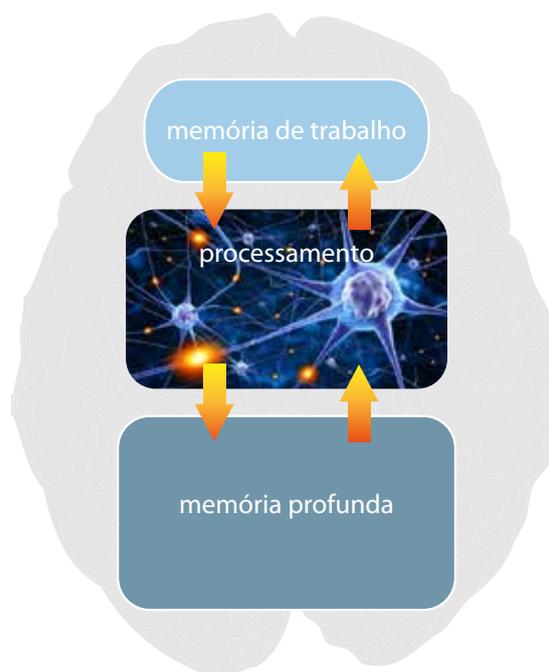


Fig. 1 - Esquema ilustrativo do processamento cognitivo durante a aprendizagem.

Como resultado desta ligação necessária entre as duas memórias, podem ocorrer diferentes situações:

a) O aluno consegue interiorizar o que está a aprender de novo, e há uma ligação eficaz entre a nova situação de aprendizagem e a estrutura correta de conhecimentos que já tinha construído antes: consegue resolver com sucesso os problemas baseados nesta nova aprendizagem, fazendo-o com rapidez e aumentando corretamente a estrutura de conhecimentos na memória profunda. O aluno fundamenta melhor as suas noções anteriores, eventualmente com alguma extensão do seu campo de aplicação. Houve aprendizagem significativa no sentido de ter havido transferência (alargamento) de aprendizagens anteriores a novas situações.

b) O aluno consegue estabelecer ligações com os conteúdos antes aprendidos, mas a ligação não é tão eficaz que lhe permita imediatamente resolver as novas situações problemáticas. Neste caso, há duas possibilidades:

- 1) O aluno fica confuso, tem algumas dificuldades de integração dos novos conhecimentos e esclarece essas dificuldades dialogando com o professor e/ou com os colegas; coloca questões e tenta responder às questões colocadas pelo docente, e/ou pelos seus colegas, justificando as suas opções com argumentos racionais. Assim, o aluno pode aprender algo de novo e corrigir deficiências de armazenamento dos conteúdos anteriores: a aprendizagem é ainda significativa, com transferência e alargamento de conhecimentos.
- 2) O aluno absorve o novo conhecimento de modo deficiente, encaixando-o “à sua maneira” nos conhecimentos anteriores, que já eram deficientes; o aluno fica com a ilusão de ter aprendido e o professor, se não tiver um cuidado especial em aferir a qualidade da aprendizagem conseguida, pode ficar com a ilusão de ter ensinado algo ao aluno. No entanto, desta maneira apenas aumentaram as preconcepções erradas que o aluno já tinha, bem como a “confiança” que o aluno tem nelas.

c) O aluno que possui poucos conhecimentos ou os tem mal aprendidos, que está desatento ou que está desmotivado, não procura, ou não encontra, na sua memória profunda as ligações adequadas ao processamento das novas informações; estas ficam apenas algum tempo na memória de trabalho e serão rapidamente esquecidas, porque outras informações posteriores virão substituir as anteriores não-processadas. Neste caso, o aluno não “captou” nada desta situação de aprendizagem e não vai ser capaz de resolver nenhuma consequente aplicação.

Compreende-se assim a importância do conhecimento adquirido por cada aprendiz ficar armazenado na memória profunda de acordo com uma estrutura mental bem organizada, que permita que seja futuramente acedido com mais facilidade e correção: perante uma nova situação, o aluno

encontrará mais rapidamente razões para descartar caminhos incorretos de resolução de problemas, selecionando com eficácia a parte dos conhecimentos anteriores que vai permitir alcançar os objetivos pretendidos. Os conhecimentos, as capacidades e as competências desenvolvidas nas aprendizagens escolares poderão assim ser transferidas para a vida do dia-a-dia e para atividades profissionais futuras.

O construtivismo

O construtivismo é mais uma teoria sobre o modo como se aprende, proposta no início do século XX [10,11]. Tem muitos pontos de sobreposição com o cognitivismo. De acordo com o construtivismo, cada aprendiz é o produtor da sua própria aprendizagem, que constrói ativamente com base no que capta acerca do meio que o envolve. Pode fazê-lo por livre iniciativa (sozinho, a aprender), ou ser orientado por familiares, por professores ou colegas. Cada uma destas situações representa distintas vertentes do construtivismo, que podem variar entre si.

Uma, o construtivismo radical [12], defende que a estrutura interpretativa da realidade, construída por cada um, pode ser diferente da própria realidade (meio ambiente): a interpretação resulta de um processamento mental individual, baseado em informações recolhidas através dos cinco sentidos de cada ser humano, que poderá ser diferente da construída por outro ser humano, ainda que perante a mesma realidade. Por exemplo, ninguém pode dizer que a cor “amarela” seja vista com as mesmas características por outro observador: apenas nos ensinaram a chamar “amarelo” a uma determinada sensação cromática que cada um tem perante determinados corpos que observa em determinadas situações – sensação cujo resultado cognitivo pode ser diferente de observador para observador.

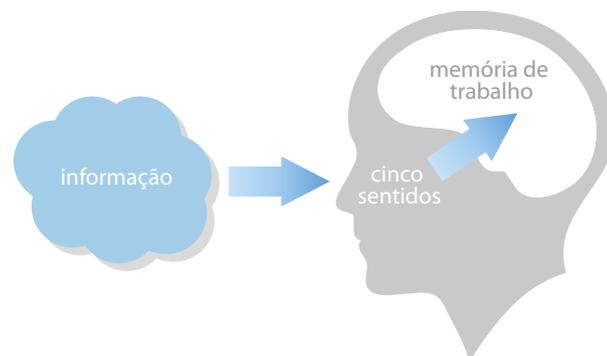


Fig. 2 - Esquema ilustrativo da aquisição de informação pelo ser humano.

Uma outra versão, com aspetos bem diferentes da anterior, é o construtivismo social [11]. Este defende que o meio ambiente (família, escolas, media) exerce uma influência fundamental e uniformizadora nas

aprendizagens de todos os seres humanos. Pode considerar-se que as atividades escolares, nomeadamente as atividades de avaliação formativa, têm por base os princípios do construtivismo social.

As duas versões baseiam-se na construção cognitiva e ativa de estruturas mentais pelo próprio aprendiz: o construtivismo radical promove a importância da criatividade (originalidade) de cada aprendiz, o qual, de modo mais ou menos independente, vai absorvendo conhecimentos novos por si processados e estruturados; o construtivismo social valoriza a ação orientadora da família e da escola como “ajudantes” do desenvolvimento das atividades cognitivas, em geral necessários para que cada um desenvolva estruturas mentais corretas e organizadas, com conteúdos que possam ser usados eficazmente em futuras atividades académicas ou profissionais.

A Física e a linguagem científica

A Física é um conjunto de modelos (teorias) e leis empíricas, desenvolvidas ao longo de cinco séculos por mentes humanas, com base na observação da Natureza. Os físicos observam a Natureza não apenas para descrever o que nela existe – pedras e metais variados, água em estados que apresentam propriedades tão diferentes, plantas e animais com formas tão diferenciadas e vivendo em condições tão distintas – mas para medir causas e efeitos, e tentar perceber as razões das semelhanças e diferenças de comportamentos dos objetos físicos. Não admira que começassem a observar o céu, a aperceber-se de que há nuvens nuns dias, mas noutros não, e que por vezes chove, a verem que os pássaros podem voar pelo ar e que os peixes podem nadar nos rios, lagos e mares, que uma pedra lançada sobre um lago pode mergulhar logo ou ressaltar na superfície das águas. Observando cuidadosamente as situações naturais, começaram a tentar sistematizar o como e o porquê de elas acontecerem, a tentar enunciar leis físicas contendo relações de causa-consequência entre diferentes conceitos que traduzem as variáveis do mundo natural, para mais tarde as poderem utilizar para fins específicos, sendo capazes de criar situações mais úteis e agradáveis para a vida dos seres humanos.

Para que uns físicos percebam as conclusões a que outros chegaram, e possam repetir ou prosseguir o desenvolvimento de ideias anteriores, é necessário que haja uma linguagem comum: palavras que nomeiam conceitos científicos abstratos entre os quais estão estabelecidas relações de causa-consequência através de expressões matemáticas, que todos têm de compreender com o mesmo significado. Assim, aprender Física tem de passar pela capacidade

de utilização de uma linguagem própria, bem como da linguagem matemática adequada às leis físicas: gráficos, tabelas, vetores. Todos estes conteúdos têm de ser cuidadosamente compreendidos e aplicados pelos alunos, e corrigidos pelos professores sempre que necessário, pois na Física utilizam-se palavras a que os alunos estão habituados no discurso do dia-a-dia, mas às quais, no contexto científico, é atribuído um significado muito específico e inequívoco. A aprendizagem da Física não se pode resumir à aquisição de informação, solicitando-se aos alunos que memorizem palavras e consigam estabelecer relações entre as variáveis abstratas que nomeiam, sem compreenderem profundamente o seu significado e interligação nos modelos físicos [4,13]. Durante a aprendizagem, devem ser ativamente discutidas as aplicações dos conhecimentos e capacidades que os alunos vão adquirindo e desenvolvendo, seja a situações académicas diversificadas, seja a situações com as quais os alunos têm contacto no dia-a-dia. Além de um papel importante na motivação para a aprendizagem da Física, essa prática facilita a transferência de competências úteis para futuras atividades profissionais de índoles diversas.

Para além de uma atitude de abertura e disponibilidade para processar ativamente os conhecimentos que os professores tentam ensinar, o mais importante na aprendizagem pré-universitária da Física é a compreensão de que existem regularidades nos comportamentos da natureza, que os físicos estruturaram através de “modelos” envolvendo “conceitos” e “leis” que os interligam. É esta estrutura base que tem de ser aprendida para permitir que cada um venha a ser capaz de perceber as suas aplicações em contextos simples, compreendendo estes contextos como fisicamente equivalentes – por exemplo, aos movimentos retilíneos de corpos com velocidade constante, seja de um disco liso que se atira e desliza numa superfície gelada, de uma mulher que empurra um caixote numa superfície horizontal ou de um elevador que sobe, com velocidade constante, entre dois andares de um prédio.

Este trabalho preliminar poderá ser continuado com a abordagem concreta ao ensino da Mecânica e de outros conteúdos pertencentes aos programas dos Ensinos Básico e Secundário.

Referências

1. A. B. Arons, *Teaching Introductory Physics*, John Wiley and Sons, Inc., New York (1997)
2. P. R. L. Heron, “‘Thinking like a Physicist’ about Physics Education”, *Second World Conference on Physics Education*, São Paulo, Brasil (2016)
3. P. R. L. Heron e D. E. Meltzer, “The future of Physics Education Research: Intellectual challenges and practical concerns”, *American Journal of Physics* 73(5), 390-394 (2005)
4. E. F. Redish, “Implications of cognitive studies for teaching physics”, *American Journal of Physics* 62(9), 796-803 (1994)
5. L. Bao, K. Hogg e D. Zollman, “Model analysis of fine structures of student models: An example with Newton’s third law”, *American Journal of Physics* 70(7), 766-778 (2002)
6. R. K. Thornton e D. R. Sokoloff, “Assessing student learning of Newton’s laws: The Force and Motion Conceptual Evaluation and the Evaluation of Active Learning Laboratory and Lecture Curricula”, *American Journal of Physics* 66(4), 338-352 (1997)
7. D. C. Phillips e J. F. Soltis, “*Perspectives on Learning*”, Teachers College Press, New York (2009)
8. P. A. Ertmer e T. J. Newby, “Behaviorism, Cognitivism, Constructivism: Comparing Critical Features from an Instructional Design Perspective”, *Performance Improvement Quarterly* 26(2), 43-71 (2013)
9. J. Dewey, *The Child and the Curriculum, and The School and Society*, joint ed., University of Chicago Press, Phoenix Books, Chicago (1969)
10. J. Piaget, *Seis Estudos de Psicologia*, Publicações Dom Quixote, Lisboa (2000).
11. L. S. Vygotsky, *A construção do Pensamento e da Linguagem*, Livraria Martins Fontes, São Paulo (2001)
12. E. von Glasersfeld, *Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning*, The Falmer Press, London (1995)
13. M. J. de Almeida, *Preparação de professores de Física: uma contribuição científico-pedagógica e didáctica*, Editora Almedina, Coimbra (2004)



Maria José B. M. de Almeida

é Professora Cate-drática Jubilada do Departamen-to de Física da FCTUC. Doutora-da em Física pela Universidade de Cambridge, foi docente de Didática da Física e orientadora de Estágios Pedagógicos e de

Projetos de Investigação Educacional. Desenvolve investigação em Ensino da Física (PER), tendo orientado Teses de Doutoramento. Coordenou/co-laborou em vários Projetos de Investigação sobre o Ensino da Física, nacionais e europeus.