

Ensino por meio de problemas: reflexões à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa

Vinicius Machado¹, Vitor O. O. Machado, Pedro L. O. Machado

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa

RESUMO

Apresentam-se nesse trabalho reflexões baseadas na Teoria da Aprendizagem Significativa sobre o ensino de Física por meio de problemas. Inicialmente, define-se o que é um problema e se estabelece a sua diferença em relação a um exercício. Na sequência, busca-se justificar a importância do uso de problemas enquanto material de ensino potencializador de aprendizagem significativa. E, por fim, é feita a análise do enunciado e o processo de resolução de um problema. Nessa análise busca-se verificar se o problema em questão cumpre com a sua finalidade de potencializar a aprendizagem significativa ao se observar as suas etapas: o enunciado, a interpretação do enunciado e o processo de resolução.

Palavras-chave: resolução de problemas, ensino de Física, teoria da Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

This paper presents reflections based on the Meaningful Learning Theory about the teaching of Physics through problems. Initially one defines what a problem is and establishes its difference from an exercise. In the sequence, it is sought to justify the importance of the use of problems as teaching material that promotes meaningful learning. And, finally, the analysis of the statement and the process of solving a problem is done. This analysis aims to verify if the problem in question fulfills the purpose of enhancing meaningful learning by observing its stages: the statement, the interpretation of the statement and the resolution process.

Keywords: Problem solving, Teaching of Physics, Meaningful learning theory.

1. Introdução

Dentre as estratégias aplicadas para o ensino de Física, entende-se que a resolução de problemas se apresenta como um caso de especial interesse, pois, por meio dessa estratégia em sala de aula ou em um laboratório didático, cria-se uma oportunidade de ensino e aprendizagem em que os conhecimentos teóricos prévios dos alunos são testados à medida que se fazem necessários para o entendimento e a busca da solução de um problema proposto em um livro e/ou de um problema observado em uma situação prática. Entende-se importante observar que um problema é mais complexo do que um exercício, e essa complexidade é observada no seu enunciado, pois, esse traz questionamentos e em função desses, permite-se observar as habilidades que o aluno deverá ter e aplicar para buscar a sua resolução.

Assim, nesse contexto, tem-se por objetivo apresentar nesse trabalho reflexões sobre o ensino de Física por meio de problemas como estratégia de ensino e aprendizagem, seguindo

alguns passos. Inicialmente, apresenta-se uma conceituação de problema. Em seguida, argumenta-se sobre a importância dos problemas como material de ensino potencialmente significativo. Analisa-se o enunciado e a resolução de um problema, discutindo, sob a perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa suas possíveis contribuições no processo de ensino e aprendizagem e, por fim, apresentam-se as considerações finais.

2. O que é um problema?

Entende-se um problema como uma situação questionadora com a qual o aluno se depara e que para a sua solução ele precisa desenvolver atividades mentais como a realização de operações por meio de símbolos, gráficos e/ou imagens e elementos cognitivos de diferente natureza, tais como percepção, atenção, memória, associação, raciocínio, entre outros (MACHADO; ENRIQUE; MACHADO, 2016). Ou seja, é uma situação que exige de um indivíduo a necessidade de disponibilizar certo esforço para buscar a sua solução. Esse esforço, quando a atividade é utilizada para a promoção de aprendizagem, está relacionado à necessidade de utilização de conhecimentos científicos já existentes, compreensão e associação de grandezas relacionadas ao fenômeno descrito no problema, desenvolvimento de cálculos, realização ou elaboração de procedimentos, entre outros. Um exercício, por sua vez, acompanhando a linha de raciocínio de Abrantes (1989), apresenta-se como uma situação com a qual o aluno se depara e que para a sua solução o aluno precisa apenas usar uma ou um conjunto de regras, geralmente relacionada a um cálculo específico. Assim, basicamente, entende-se que a diferença entre um exercício e um problema está na sua proposta, ou seja, em como o seu enunciado informa, descreve e/ou contextualiza o (s) fenômeno (s) nele envolvido (s), como apresenta os questionamentos ou indica os resultados aos quais se quer chegar e, com esses fatores, como cada um deles determina seu nível de exigência de habilidades/conhecimentos necessárias ao aluno para a sua resolução. Veja a seguinte situação/exemplo mostrada na Figura 1:

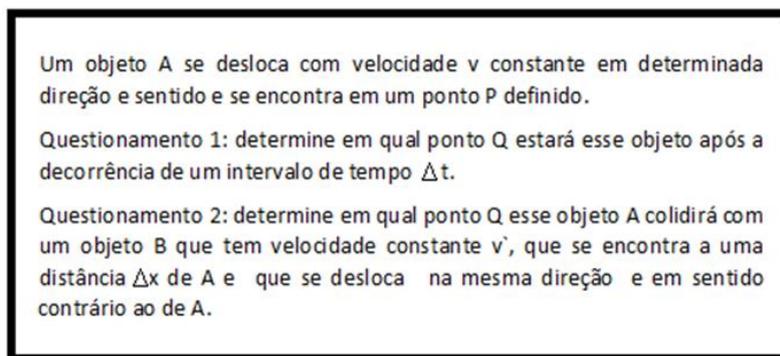


Figura 1. Exercício e problema.

O exemplo apresentado na figura 1 mostra dois enunciados distintos. O primeiro enunciado, finalizado com o questionamento 1, exige do aluno, para a sua solução, apenas a aplicação de uma regra, um conhecimento; a aplicação de uma única equação basta para que questionamento seja respondido. Assim, caracteriza-se, nesse caso, a resolução de um exercício. Por outro lado, o segundo enunciado, finalizado com o segundo questionamento, mostra-se mais complexo. Se na primeira situação o fenômeno envolvia apenas a participação do objeto A, na segunda situação passou a ter a participação também de um objeto B. Antes havia somente uma incógnita, a posição final do objeto A. Depois, na segunda situação, as incógnitas passaram a ser duas: o tempo de movimento e a posição final de cada objeto. Nesse

caso, observa-se que para a solução desse segundo enunciado faz-se necessária a aplicação de novos raciocínios. Diferentemente do primeiro questionamento em que houve o uso direto de uma única equação. Necessita-se de um raciocínio teórico para perceber que numa colisão os dois objetos se encontrariam em um mesmo ponto Q, no caso um ponto final de cada movimento, e um raciocínio matemático de que sendo o ponto Q comum aos dois objetos, permite-se que as equações desses dois objetos, isolados seus respectivos pontos finais, sejam igualadas. Dessa forma, entende-se que esse segundo enunciado traz características que o permitem indicá-lo como sendo um problema. Se é proposto ao aluno que resolva o exercício indicado na figura 1 para diferentes tempos de movimento, isso facilitaria ao aluno a resolução do problema indicado nessa mesma figura? Responde-nos Abrantes (1989, p.3) quando afirma que “Resolver muitos exercícios não contribui para desenvolver capacidades de raciocínio ou estratégias de resolução de problemas”. Contudo, em termos de problemas, considera-se que o uso de um problema pode sim contribuir para que o aluno adquira novas habilidades para resolver diferentes problemas como, por exemplo, uma situação em que os dois corpos A e B não tivessem movimentos iguais, um sendo constante e o outro variado, ou mesmas direções, desde que não fossem paralelas, é claro, ou que ainda tivessem o mesmo sentido e, nesse último caso, o aluno precisaria antes de tudo verificar se efetivamente a situação permitiria que ocorresse ou não a colisão. Observe que em todas essas situações, ainda que diferentes, trabalham com os mesmos princípios do problema originalmente proposto: o uso de dois objetos cada um com seu movimento e um mesmo ponto final para cada objeto.

3. O uso de problemas pode potencializar a aprendizagem significativa?

Ausubel (2003), criador da TAS (Teoria da Aprendizagem Significativa), caracteriza dois diferentes e antagônicos tipos de aprendizagem: a mecânica e a significativa. A diferença entre elas, segundo o autor, está no papel desempenhado pelo conhecimento já adquirido pelo aprendiz no processo de aquisição de seus novos conhecimentos. Na aprendizagem entendida como significativa o indivíduo assimila um novo conhecimento por meio de relacionamentos com a estrutura dos seus conhecimentos já incorporados e, por outro lado, na aprendizagem entendida como mecânica os conhecimentos são adquiridos aleatoriamente, por simples memorização (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2000, 2006; BUCHWEITZ, 2001; MOREIRA; MASINI, 1982; COSTA; MOREIRA, 2000, 2002; GURUCEAGA; GONZÁLEZ GARCIA, 2004; TAVARES, 2008, 2010; MACHADO; OLIVEIRA, 2014; PRAIA, 2000; GARRET, 1988, 1995). Assim, quando a aprendizagem é significativa, o indivíduo é capaz de realizar associações entre um novo conhecimento e os conhecimentos já existentes. E, com essa associação, constrói-se uma nova estrutura cognitiva que é capaz de reconstruir-se à medida que novos conhecimentos são incorporados. Todavia, se o conhecimento é fruto de uma aprendizagem mecânica, ele se apresenta de forma isolada e independente e, como consequência, o indivíduo tende a conseguir apenas reproduzi-lo da mesma forma com que foi apropriado, apresentando dificuldades em aplicá-lo em contextos diferentes daquele em que originalmente lhe foi apresentado (TAVARES, 2008). Observa-se, então, nessa linha de raciocínio, que exercícios e problemas tendem a produzir efeitos diferentes e que, de acordo com a TAS, esses efeitos seriam aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa, respectivamente. Autores como Lucero *et al.* (2006), Costa e Moreira (2002), Fávero e Sousa (2001), Sánchez (2005, 2011), entre outros, são categóricos em afirmar a importância do uso dos problemas como material de ensino potencializador de aprendizagem significativa. Autores como Lucero *et al.* (2006, p. 87) afirmam que:

[...] a resolução de problemas é uma atividade de inegável importância para produzir aprendizagem significativa, pois ajuda aos estudantes a reforçar e esclarecer os princípios que se ensinam, obrigando-os a colocar constantemente seus conhecimentos à prova e em prática (tradução livre).

Na mesma linha de raciocínio, Costa e Moreira (2000) e Fávero e Sousa (2001) afirmam que o ensino por meio de problemas é importante no processo de ensino e aprendizagem porque para solucioná-los os alunos precisam refletir e raciocinar. Mas, como o aluno raciocina e reflete? Para Machado e Pinheiro (2010), raciocinam e refletem à medida que realizam um exercício de interpretação das representações externas do enunciado do problema captando-as e convertendo-as em representações internas, necessárias para a busca de uma solução. E, conforme afirmam Costa e Moreira (2002) e Tavares (2008), sem essas conversões das representações externas em internas ficaria muito difícil para o indivíduo, entenda-se aluno, a compreensão do enunciado de um problema. Mas, o que seriam essas representações internas consideradas pelos autores citados como fundamentais no processo de aquisição de conhecimento? Moreira (1996, p. 194) define essas representações da seguinte forma: “Representações internas, ou representações mentais, são maneiras de “re-presentar” internamente o mundo externo. As pessoas não captam o mundo exterior diretamente, elas constroem representações mentais (quer dizer, internas) dele”.

Sendo assim, em qualquer situação um indivíduo seria capaz de, em um processo de construção de conhecimento, interpretar as relações externas recebidas? Costa e Moreira (2002) já afirmaram que não. Como essas relações externas seriam convertidas em relações internas? Recorrendo à TAS se observa que o aluno só conseguirá adquirir novos conhecimentos significativos se ele tiver à sua disposição conhecimentos prévios – chamados por Ausubel (2003) de subsunçores – que lhe servirão de suporte. Por analogia, entende-se ser possível dizer que os conhecimentos ainda não aprendidos pelo aluno seriam as relações externas e, depois de aprendidos, esses conhecimentos tornam-se relações internas, ou seja, novos conhecimentos. Assim, num retorno às reflexões sobre os diferentes efeitos na aprendizagem de um aluno ao resolver o exercício e o problema expostos na figura 1, traz-se, com o auxílio dos pressupostos da TAS, novos argumentos para justificar a afirmação inicialmente exposta de que quando o aluno resolve um problema ele constrói uma nova base de conhecimentos que contribuirão para que esse aluno possa resolver futuramente problemas ainda mais complexos. Ou seja, de que a resolução de um problema é capaz de potencializar aprendizagem significativa.

Nesse contexto, Lucero *et al.* (2006, p.87) afirmam que (tradução livre): “[...] resolver problemas permite o desenvolvimento de processos reflexivos, se está vinculando resolução de problemas com aprendizagem significativa, dado que toda reflexão que acontece na mente põe em jogo a interação entre os esquemas prévios e a nova informação”. Uma analogia interessante sobre o processo de construção de conhecimento significativo é feita por Gaulin (2001, p.59) - tradução livre -, quando compara as relações internas ou subsunçores ou conhecimentos prévios de um aluno a estratégias que o aluno as guarda em uma caixa e as consulta conforme a necessidade:

Para uma pessoa que resolve problemas, conhecer dois, três ... dez estratégias, é como ter estratégias em uma caixa a sua disposição. Enfrentando um novo problema, pode utilizar-se de tal estratégia, mas, se não funciona, pode provar com outra, como um carpinteiro. E a pessoa que não conhece nenhuma estratégia, tem uma caixa vazia, o que lhe torna difícil resolver um problema [...].

Dessa forma, entende-se ser possível considerar e indicar, com o auxílio dos autores citados, cada um à sua maneira, as atividades de ensino baseadas na resolução de problemas

como um importante caminho na busca da construção de uma aprendizagem significativa. Mas, para que os problemas cumpram com esse papel, seus enunciados precisam ser elaborados exigindo muito mais dos alunos do que uma resolução mecânica, com aplicações diretas de fórmulas e/ou conceitos estanques, ou seja, não devem exercer o papel de exercícios.

4. Análise sobre o enunciado de um problema

O problema mostrado na figura 2 apresenta em seu enunciado uma simulação sobre o funcionamento de uma esteira utilizada em linha de produção com a finalidade de envaze de um fluido.

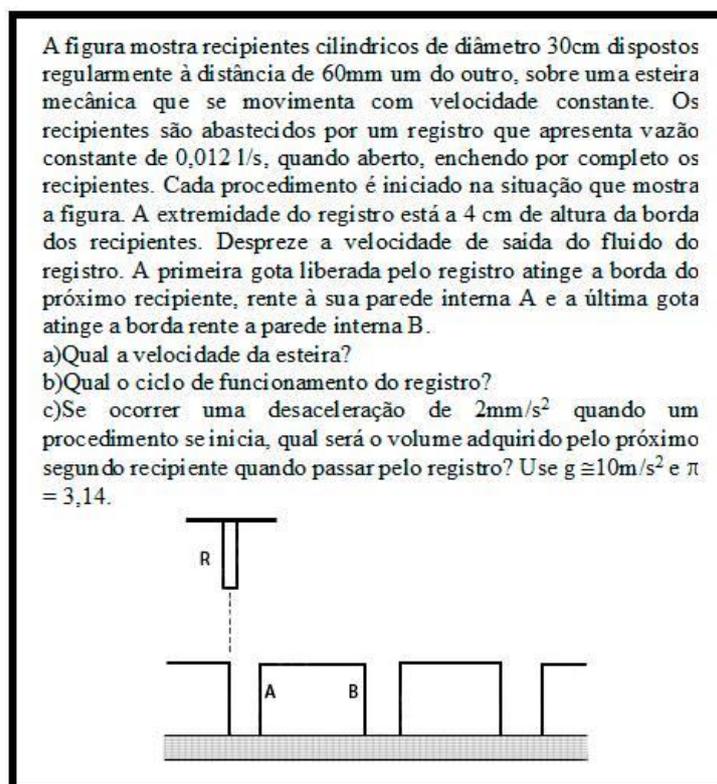


Figura 2. Problema sobre cinemática.

O enunciado do problema visto na figura 2 é apresentado em forma de texto apoiado por meio de uma gravura. Relata as medidas das grandezas físicas associadas ao fenômeno físico envolvido: diâmetro do recipiente, vazão do registro, altura da borda do registro em relação à borda dos recipientes e distância entre os recipientes. Dá ao leitor três informações esclarecedoras: indica o tipo de movimento da esteira, a velocidade inicial de queda do fluido do registro, e a situação em que se inicia e se finaliza o envaze do fluido no recipiente e, por fim, realiza alguns questionamentos.

Entende-se importante observar que essas informações são necessárias ao entendimento do fenômeno descrito e que, numa situação real, deveriam ser percebidas e necessariamente consideradas e/ou medidas pelo responsável em resolver esse problema, caso realmente ocorresse. Em relação aos problemas de uma forma geral, o que se entende/observa é que em uma mesma sala de aula há alunos que conseguem responder aos seus questionamentos, mas nem todos os alunos são capazes e, por isso, nem todos os problemas são resolvidos.

Entende-se que o processo de resolução de um problema pode ser separado em três etapas ou partes. A primeira etapa de um problema é o próprio problema em si, seu enunciado que apresenta ou relata um conjunto de informações, chamadas de relações externas. São externas porque não são do aluno, são do problema, ou melhor, do seu enunciado. A etapa seguinte é a etapa da interpretação dessas representações externas, ou seja, etapa em que o aluno deve buscar a compreensão inicial dos dados dos problemas e posterior dos seus questionamentos. E, por fim, ocorre a etapa da busca da resolução.

O aluno será capaz de cumprir ou não essas etapas dependendo da qualidade das suas representações internas, subsunçores ou conhecimentos já existentes. Se a aprendizagem do aluno foi mecânica ao se deparar com as relações externas do problema ele terá dificuldade em realizar a transformação dessas em relações internas, assim, cada informação dada pelo enunciado será recebida pelo aluno de forma individual e ele terá a dificuldade de trabalhar com essas informações, ou seja, terá dificuldades em compreendê-las.

No caso do problema apresentado na figura 2, saber que a velocidade da esteira é constante, que o registro que libera o fluido funciona em ciclos e que os recipientes têm o mesmo formato e dimensões e estão dispostos de forma regular na esteira não fará o menor sentido na compreensão do problema em si se o aluno só conseguir tratar cada uma dessas informações de forma isolada. Por outro lado, quando o aluno participou de um processo de aquisição de conhecimento de forma significativa, as dificuldades de compreensão são menores. Nesse caso, ao deparar-se com o enunciado do problema o aluno consegue interpretar todas as informações como parte de um todo, de um sistema. Afinal, o problema propõe uma situação simulada de um sistema que resulta no envasamento de um fluido numa linha de produção. Assim, o aluno compreenderá que a informação sobre a velocidade da esteira é importante para se perceber a uniformidade do processo de envase e o sincronismo entre a passagem dos recipientes e o ciclo de funcionamento do registro.

Se a esteira tem uma velocidade constante, há um deslocamento dessa esteira com a passagem de um recipiente que, em um determinado instante ou intervalo de tempo, precisa coincidir com o início e término da abertura do registro para que o envase seja perfeito, ou seja, não ocorra extravasamento. A velocidade inicial de queda do fluido do registro é considerada/indicada pelo autor como nula. Isso é possível? Observa-se que as dimensões/características do registro em questão não são dadas e, nesse caso, o funcionamento específico do registro não é um dos objetivos do estudo em questão. Assim, partindo-se do pressuposto de que no funcionamento do sistema não devem ocorrer perdas do fluido por extravasamento, conclui-se que registro indicado funciona em ciclos, ou seja, fica aberto durante o envase e fechado durante o intervalo de passagem entre recipientes. Dessa forma, a consideração da velocidade inicial nula no início de queda do fluido é possível. Mas, e se não fosse? Se a velocidade não fosse nula, precisaria ser estabelecida pelo autor e isso em praticamente nada mudaria o procedimento para a resolução/cálculos do problema.

A gravura mostra o alinhamento vertical existente entre o registro e os recipientes no início de um procedimento ou ciclo. Serve de apoio ao enunciado basicamente para reforçar a situação do sincronismo existente entre o início e término da saída do fluido do registro e a passagem do recipiente para o correspondente envase. Entende-se que toda essa etapa, a segunda no que se estabeleceu no processo de resolução de um problema - interpretação dos dados – por toda a complexidade exposta, já pode ser considerada como uma aprendizagem significativa. Assim, só na interpretação do funcionamento do sistema relacionado ao problema proposto o aluno adquiriu um novo conhecimento e só por isso, já é possível verificar a potencialidade desse problema em termos de aprendizagem. Isso porque inicialmente o enunciado era apenas um conjunto de relações externas e, após a interpretação,

essas relações passaram a ser internas. Novamente, voltando à TAS, essas novas representações internas são novos subsunçores, novos conhecimentos prévios. Sem uma interpretação correta das informações do enunciado o aluno seria capaz de responder aos seus questionamentos? Não. Isso porque na etapa final do processo, na resolução do problema, o aluno não teria os conhecimentos prévios necessários para cumpri-la.

Em uma análise sobre os questionamentos observa-se que o primeiro pede que se determine a velocidade da esteira. Para tanto é necessário que o aluno leve em consideração a altura do registro e a forma com que ocorre o alinhamento no início de cada ciclo e o ponto em que cai a primeira gota do fluido no recipiente. No sincronismo do processo há a simultaneidade entre o tempo de queda da primeira gota e o realinhamento vertical da parede interna do recipiente que receberá o fluido. Importante observar que para que essa primeira gota chegar ao recipiente basta que ultrapasse a linha de sua borda, ou seja, não precisa chegar ao fundo do recipiente.

O segundo questionamento pede que os alunos determinem o ciclo de funcionamento do registro, ou seja, durante quanto tempo permanece aberto e durante quanto tempo permanece fechado. Se os alunos encontraram a velocidade da esteira ao resolver a primeira questão, podem solucionar essa segunda questão. O enunciado informa ao aluno a posição de queda do fluido no recipiente da primeira e da última gota. Assim, novamente pelo sincronismo/simultaneidade do processo, é possível determinar pelo deslocamento e a velocidade na esteira o intervalo de tempo em que o registro deve permanecer aberto. E, se não há extravasamento, de forma análoga, levando em consideração a distância entre recipientes e a mesma velocidade da esteira, é possível se determinar o tempo em que o registro deve permanecer fechado. Recorde-se que tanto a primeira quanto a última gota estarão dentro do recipiente a partir do instante em que ultrapassarem a sua borda.

O terceiro questionamento leva em consideração uma situação nova, em que passa a ocorrer a quebra de sincronismo no processo. O enunciado afirma, nesse questionamento, que a esteira que se movimentava de forma uniforme passou, no início de um procedimento aleatório, seguindo o mesmo alinhamento inicial indicado, a ter um movimento variado. Porém, é preciso observar que não são indicadas mudanças no ciclo de funcionamento do registro. Assim, nessa nova situação, o aluno se depara com uma situação bastante distinta das duas anteriores. Sim, a situação é distinta, mas, como raciocinar a sua solução? Entende-se que o caminho seria o da comparação. Antes havia o sincronismo e depois esse sincronismo se acabou. Sincronismo indica o quê? Previsão, padronização e essas duas indicações são condições básicas para a solução de um problema ou o entendimento de um fenômeno físico relacionado ao movimento, caso específico em questão. Nesse novo processo não há mais o sincronismo, todavia, o movimento, agora desacelerado, também tem sua padronização.

A velocidade da esteira não é mais a mesma, mas a sua variação no intervalo de tempo será a mesma. É importante lembrar que se antes essa primeira gota liberada pelo registro caía, na linha da borda, rente à parede interna inicial do recipiente, agora, com a desaceleração, essa primeira gota cairá, na linha da borda, fora do recipiente, em um ponto, projetado, no espaço entre dois recipientes. E a última gota que antes caía na parede interna final do recipiente, agora cairá em um outro ponto que pode ser entre as duas paredes de um mesmo recipiente ou depois da passagem desse recipiente. Seguindo esse novo raciocínio é possível ao aluno determinar, a partir da posição de queda da primeira e da última gota, pela distância entre essas gotas, qual será o tempo, simultâneo à queda de fluido, em que esse recipiente estará passando por baixo, recebendo fluido e, com isso, levando em consideração a vazão do registro, calcular o volume de fluido que esse recipiente receberá.

Entende-se, a partir do exposto, que os procedimentos mentais desenvolvidos na etapa final do problema, na sua resolução, são basicamente os mesmos realizados na etapa anterior, da interpretação dos dados. Só que, na etapa de interpretação, os subsunçores necessários eram os conhecimentos sobre as grandezas envolvidas no fenômeno físico relacionado ao problema. E, nessa etapa final, da resolução dos problemas, os subsunçores foram os novos conhecimentos que o aluno adquiriu no processo de interpretação do enunciado do problema.

5. Conclusão

No processo de ensino e aprendizagem, o que se quer é que os conhecimentos adquiridos/construídos pelos alunos sejam significativos, e não mecânicos. Ou seja, o que se quer é que os alunos adquiram novos conhecimentos e que esses, servindo de base, lhes permitam a aquisição de outros novos conhecimentos cada vez mais complexos. Nesse caso, observa-se que os problemas se apresentam como material de ensino apropriado para potencializar a aprendizagem significativa, diferentemente dos exercícios.

O ensino por meio de exercícios invariavelmente resultará em uma aprendizagem mecânica pois, ainda que repetidos inúmeras vezes, não construirão uma base nova de raciocínios. Assim, os exercícios basicamente atuam como uma forma de reafirmar, revisar ou fixar um mesmo conhecimento, pois, para a sua solução exige-se do aluno apenas certo conhecimento e/ou habilidade específica.

Os problemas, por sua vez, requerem mais do que o conhecimento de conceitos e habilidades matemáticas. Requerem o uso do raciocínio, ou seja, necessitam que o aluno tenha/desenvolva/aplique a habilidade de utilizar e relacionar seus conhecimentos já adquiridos em situações novas, desafiadoras e, na maioria das vezes, mais complexas. Assim, entende-se correta a afirmação de que o uso de problemas, em todas as etapas de sua resolução, contribui de forma efetiva no processo de ensino e aprendizagem na busca da construção de uma aprendizagem significativa.

Referências

- ABRANTES, P. Um (bom) problema (não) é (só)... **Revista Educação e Matemática**, Lisboa, v. 8, pg. 07 – 10 e 35, 1989.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**, Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- BUCHWEITZ, B. Aprendizagem Significativa: ideias de estudantes concluintes de curso superior. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v.6, n.2, p. 133-141, 2001.
- COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. **A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa**. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Peniche, p. 243-252, 2000.
- COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. O Papel da Modelagem Mental dos Enunciados na Resolução de Problemas em Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, março, 2002.
- FÁVERO, M. H.; SOUSA, C. M. S. G. A resolução de problemas em Física: revisão de pesquisa, análise e proposta metodológica. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, Brasil, v. 6, n. 2, p. 143 - 196, 2001.

- GARRET, R. Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, vol.6, n.3, p. 224-230, 1988.
- GARRET, R. Didáctica de las Ciencias Experimentales. **Revista Alambique**, vol. 5, p. 6-15. 1995.
- GAULIN, C. Tendencias actuales de la resolución de problemas. **Revista Sigma**, n.19, p. 51-63, 2001.
- GURUCEAGA, A.; GONZÁLES GARCIA, F. Aprendizaje Significativo Y Educación Ambiental: análisis de los resultados de una práctica fundamentada teóricamente. **Revista Enseñanza de las Ciências**, v.22, n.1, p.115-136, 2004.
- LUCERO, I. ; *et al.* El Análisis Cualitativo em la Resolucion de Problemas de Fisica y su Influencia em el Aprendizaje Significativo. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v.2, n1. p. 85-96, 2006.
- MACHADO, V.; ENRIQUE, C.M.; MACHADO, P. L. O. O uso de ferramentas dinâmicas como forma de auxiliar a resolução de um problema: uma revisão teórica à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa. **Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada**, Ponta Grossa, v. 3, n.2, p. 19-34, nov./dez. 2016.
- MACHADO, V.; OLIVEIRA, F. M. A Metodologia dos Problemas Geradores de Discussões potencializa a Aprendizagem Significativa? **Revista Iluminart**, P. 42-53, n.12, 2014.
- MACHADO, V.; PINHEIRO, N. A. M. Investigando a Metodologia dos Problemas Geradores de Discussões: aplicações na disciplina de Física no ensino de Engenharia. **Revista Ciência & Educação**, vol. 16, n. 02, p. 525-542,2010.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- MOREIRA, M. A. Modelos mentais. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v.1, n.3, p.193-232, 1996.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica**. **Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Peniche, Lisboa, p. 33-45, com o título original de Aprendizagem significativa subversiva, setembro de 2000.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica**. Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de 2006.
- PRAIA, J. F. **Aprendizagem significativa em D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino**. Teoria da aprendizagem significativa. Peniche, Portugal, p. 121-134, 2000.
- SÁNCHEZ, P. **El proceso de modelado en la resolución de un problema: un estudio de caso**. Memorias de la XIV REF XIV. Bariloche, Argentina. 2005.
- SÁNCHEZ, P. **Las Representaciones Mentales en la Resolución de Problemas de Mecánica Clásica**. Tesis de Doctorado. Facultad de Psicología. Madrid: UNED. 2011
- TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Revista Ciências & Cognição**, v. 13, n.1, p. 94-100, 2008.
- TAVARES, R. Aprendizagem significativa. **Revista Conceitos**, n. 10, p. 55-60, João Pessoa, 2004.