

MAPAS CONCEITUAIS NO ESTUDO DE ORGANIZAÇÕES PRAXEOLÓGICAS: O CASO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA

Milton Schivani, Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil.

Maurício Pietrocola, Universidade de São Paulo, Brasil.

E-mail: schivani@usp.br

Resumo. Os mapas conceituais permitem organizar e representar o conhecimento humano através da relação entre conceitos, interligados por palavras ou frases que especificam esse relacionamento. Desse modo, constatamos que eles podem fomentar uma reflexão mais profunda e sutil na sistematização e comparação de Organizações Praxeológicas (OPs), empregadas para entender as ações e atividades humanas, modelando e organizando o conhecimento em termos de tipo de tarefa (T), técnica (τ), tecnologia (θ) e teoria (Θ). Exemplificamos esse processo mediante atividades que se apoiam em recursos didáticos, como a Robótica Educacional (RE), para discutir determinadas práticas sociais de referência e/ou fenomenologias. Constatamos, dentre outras coisas, que mapas conceituais que buscam responder questões focais sobre determinadas práticas, mostram-se como ferramentas metodológicas adequadas no planejamento e estruturação de atividades didáticas, pois expõem e conectam elementos tanto do bloco prático-técnico quanto do tecnológico-teórico das OPs investigadas.

Palavras chave: Mapa Conceitual, Organização Praxeológica, Robótica Educacional, Ensino de Física.

1 Introdução

A utilização de Mapas Conceituais (MC) hoje é bem diversificada, com aplicações em vários setores (Novak & Cañas, 2010), desde computação e engenharia de software até “em corporações para ajudar equipes a esclarecer e articular o conhecimento necessário para enfrentar situações que variam desde o desenho de novos produtos até o marketing ou a resolução de problemas.” (Novak & Cañas, 2008, p. 18). Como os mapas conceituais permitem organizar e representar o conhecimento humano através da relação entre conceitos, interligados por palavras ou frases que especificam esse relacionamento, constatamos que eles podem, dentre outras coisas, fomentar uma reflexão mais profunda e sutil na sistematização e comparação de *Organizações Praxeológicas* (OPs) (Chevallard, 1999).

Uma *Organização Praxeológica* (OP) corresponde ao aspecto estrutural da *Teoria Antropológica do Didático* (TAD) (Chevallard, 1999, 2007) e é empregada para entender as ações e atividades humanas, modelando e organizando o conhecimento em termos de *tipo de tarefa* (T), *técnica* (τ), *tecnologia* (θ) e *teoria* (Θ). Tudo aquilo que é solicitado para uma pessoa fazer, mediado por verbos, pode ser designado como tarefa, uma ramificação de uma rede mais ampla determinada por T. A *técnica*, por sua vez, remete ao ‘saber-fazer’, uma maneira de efetuar a tarefa, portanto, só tem sentido quando ligada a uma tarefa a qual ela é relativa. Já a *tecnologia* trata do discurso que interpreta e justifica τ . É importante destacar que essa *tecnologia* não traz o mesmo sentido cotidianamente enraizado. Na TAD, uma “tecnologia” é vista como um discurso racional que busca esclarecer e clarificar determinada *técnica*, justificar seu uso/eficiência. Uma *tecnologia*, em geral, sempre se encontra embasado por uma *teoria*. Assim, *teoria* é entendida como um discurso mais amplo que serve para interpretar e justificar θ . De um modo geral, Θ em relação a θ , desempenha o mesmo papel que θ tem com relação a *técnica* (τ). Com isso, uma organização praxeológica pode gerar dois blocos distintos, porém correlacionados: o bloco prático-técnico [T, τ], correspondendo ao saber-fazer, e o bloco tecnológico-teórico [θ , Θ], ligado ao saber, ou seja, ao discurso lógico que permita melhor compreender e justificar o bloco prático-técnico (ibidem).

Uma OP pode ser de diferentes tipos: didática, física, matemática, química, artesã, industrial, doméstica, etc. Mortensen (2010), por exemplo, utiliza a noção de praxeologia para investigar a experiência e compreensão dos visitantes em uma exposição de imersão de um museu de ciências. Já Nogueira (2008), analisa a introdução da álgebra presente em livros didáticos do ensino fundamental, para isso, faz uso de organizações praxeológicas enquanto referencial teórico e metodológico. Na mesma linha de investigação de livros didáticos, Zanardi, Pereira & Kneubil (2012), analisam como se apresentam conteúdos relativos à equação de Clapeyron em livros de física e química do ensino médio.

Uma praxeologia didática, ou OP didática, é entendida, a priori, quando elementos tanto do bloco tecnológico-teórico quanto do prático-técnico são mobilizados para um estudo específico de determinada *obra*

(O), em uma *Instituição* (I) própria (Chevallard, 1999). Para o ensino de física, notamos que a sistematização de uma OP didática através dos mapas conceituais permite, por exemplo, identificar possíveis correlações entre elementos dos blocos tecnológico-teórico e prático-técnico identificados na atividade. Já a comparação, possibilita verificar o quanto que a OP didática dialoga (ou não) com *práticas sociais de referência* (Martinand, 1981, 2003), ou seja, com a OP de referência (práticas que permeiam diferentes tipos de produções industriais ou artesanais, as pesquisas científicas, as práticas domésticas, ideológicas ou políticas realizadas em um determinado meio social, seja ele formal ou não) que se deseja *contextualizar* ao longo do processo de ensino e aprendizagem (Schivani & Pietrocola, 2013). Exemplificamos isso por meio de atividades que se apoiam em recursos didáticos, como a *Robótica Educacional* (RE) (Benitti, 2012), para discutir determinadas práticas sociais e/ou fenomenologias (Cruz-Martín et al, 2012; Mitnik et al, 2009; Barak & Zadok, 2009).

Os *kits* de robótica educacional utilizam uma vasta gama de materiais, desde peças de encaixe de plástico, metal ou madeira sob diferentes formatos com diferentes dimensões e passivos de conexões entre eles, até softwares, módulos de processamento e sensores de luz, som, velocidade, aceleração, posição, temperatura, pressão, dentre outros. Para o ensino de física esses recursos são particularmente interessantes, uma vez que permitem investigar grandezas físicas e fenomenologias das mais diversas (ultrassom, intensidade luminosa, transferência de calor, movimento harmônico, capacitância, movimento circular e retilíneo, etc.) (Church et al, 2010; Lowe et al, 2008). Dessa maneira, é possível a criação de inúmeras estruturas/sistemas (estufas automatizadas, leitor de código de barras, sistemas de comunicação, veículos, *androides*, casas “inteligentes”, sistemas de frenagem, sismógrafos, maquinários, etc.), potencializando a mimetização de uma vasta gama de situações presentes no cotidiano do aluno e/ou na sociedade em geral, configurando-se em OPs de referência que podem ser trabalhadas no ambiente escolar por meio da OP didática (Schivani & Pietrocola, 2012).

A versatilidade da robótica permite ainda a criação de cenários que seriam impraticáveis, ou até mesmo impossíveis, de serem criados de outra maneira no contexto escolar. Isso se deve à necessidade de garantir a integridade física dos alunos ou mesmo por restrições estruturais e/ou econômicas em situações como, por exemplo: construção de elevadores de carga, colisão de veículos, construção de pontes levadiças, transporte e seleção automatizada de cargas, dentre outros. Todas essas situações podem utilizar um único conjunto de peças ou *kit*, reduzindo o custo de novas montagens (Wang, Lacombe & Rogers, 2004).

Contudo, ao se explorar o uso efetivo da robótica como instrumento educacional no ensino de Física, é preciso a criação de atividades que possam minimamente relacionar os conhecimentos físicos a serem ensinados com os elementos intrínsecos a essa tecnologia. Ou seja, é preciso que haja uma associação entre a teoria e os conceitos físicos tratados (o “porquê”) com a prática (o “fazer”) (Schivani, Brockington & Pietrocola, 2013), bem como correlações (diretas ou indiretas) entre as OPs (didática e de referência). Assim, os mapas conceituais podem contribuir para a análise de atividades ou sequências didáticas via a sistematização, organização e comparação das organizações praxeológicas envolvidas no processo, expondo dessa maneira as principais tarefas, técnicas, tecnologias e teorias identificadas e/ou consideradas mais relevantes em cada OP e entre elas.

2 Aspectos metodológicos

Para compor a OP de referência são efetuados estudos por meio de artigos, livros, documentários, consulta a especialistas, etc., para assim levantar os principais tipos de tarefas e as técnicas adotadas, bem como as tecnologias e teorias contidas nessa OP. Em seguida, todos os principais conceitos identificados na OP de referência serão agrupados e organizados pelo mapa conceitual através dos termos de ligação. O mesmo processo será realizado para sintetizar a OP didática via o MC, porém, limitado a própria sequência didática, ou seja, aos conteúdos disciplinares e procedimentos em geral expressos no fascículo ou guia da atividade. Esses dois mapas conceituais, da OP didática e da OP de referência, são então contrastados no intuito de se verificar possíveis correlações entre os processos de ensino e a prática social de referência que se deseja contextualizar em sala de aula utilizando recursos presentes na robótica educacional.

Cada MC apresentará uma questão focal, a qual “guia” o desenvolvimento do mapa. É importante destacar que essa questão focal deve ser similar para cada OP, do contrário, pode-se gerar mapas conceituais completamente diferentes, impossibilitando que sejam contrastados. A essência dessa estratégia metodológica é sempre gerar questões no MC da OP didática de maneira que se contraponha com informações do MC da OP de referência. É importante ressaltar que não existe um único mapa conceitual, ou seja, podem ser elaborados diferentes mapas conceituais para uma mesma questão, alguns com mais outros com menos informações sobre a questão levantada, isso vai depender principalmente do grau de compreensão do sujeito que elaborou o mapa e do nível de investigação realizado. Porém, esse MC não deve excluir os principais tipos de tarefas, técnicas e

tecnologias presentes/ identificados na OP de referência, do contrário, ele não responderá de forma satisfatória a *questão focal* (daí sua importância no desenvolvimento do mapa), uma vez que a mesma pode envolver tanto o bloco prático-técnico quanto o tecnológico-teórico.

2.1 Organizações praxeológicas investigadas

Com relação ao material instrucional a ser analisado (OP didática), optamos por atividades contidas nos fascículos da *Legó Education do Brasil* (Pietrocola et al, 2010), que incluem atividades didáticas de robótica a serem utilizadas em aulas de física do ensino médio fazendo uso do *Legó Mindstorms NXT* (Wang, Lacombe & Rogers, 2004). As atividades desses fascículos partem, geralmente por meio de uma história em quadrinhos, de contextos extraídos de situações cotidianas ou presentes na sociedade em geral para se ensinar conceitos da física no ensino médio. Dentre as atividades presentes nesses fascículos, é analisado uma que diz respeito ao transporte de cargas fazendo uso de empilhadeiras (atividade 3 – Empilhadeira, volume 4 – Máquinas e Equilíbrio, 1º ano do Ensino Médio) (Pietrocola et al, 2010).

Essencialmente, a atividade “Empilhadeiras” (OP didática) remete ao estudo do torque e braço de alavanca em uma situação envolvendo o transporte de cargas por uma empilhadeira. Inicialmente, essa atividade aborda os cuidados e desafios para conduzir uma empilhadeira elétrica, além da capacidade máxima de carga a ser transportada e condições necessárias para isso. Assim, podemos determinar que a OP de referência dessa atividade é o transporte de cargas via empilhadeiras de pequeno porte.

Conforme ilustra a **Figura 1**, o próprio *NXT* (módulo de processamento do *kit* de robótica utilizado) e os motores servem para compor o contrapeso, já as rodas dianteiras perfazem o fulcro (ponto de apoio). A carga é posicionada a uma determinada distância do fulcro e é deslocada verticalmente, por uma torre de elevação composta de polias, cabos e motor, e horizontalmente, impulsionado pelos motores que movem a empilhadeira como um todo. Os contentores, os quais recebem a carga (nesse caso, bolinhas de gude), são de tamanhos diferentes (tipo P, M e G) para possibilitar estudos sobre variação do centro de massa da carga. Os recursos didáticos presentes na robótica educacional, nesse caso, favoreceram o controle e alteração de variáveis para discutir o princípio da alavanca (presente nas duas OP) como, por exemplo, alterar a distância entre o centro de massa da carga e o fulcro e aumentar a capacidade de carga a ser transportada. Interessante notar que desse modo a OP didática pode ter um caráter mais investigativo e fomentar a *problematização* dos saberes disciplinares (Delizoicov, 2005). Diferente da OP de referência, o desafio proposto passa a ser em escala reduzida, constitui-se agora em transportar de modo seguro e em equilíbrio estável, caixas de diferentes dimensões contendo bolinhas de gude.



Figura 1 – Transporte de cargas por elevação vertical e horizontal fazendo uso de *kits* de robótica educacional.

Para confecção do mapa conceitual da OP didática, apoiamos o estudo majoritariamente nas informações contidas no fascículo dessa atividade e na seguinte questão focal: *como a atividade didática (Empilhadeiras) está estruturada e é desenvolvida em relação a montagem e aos principais conceitos físicos?* Já para o desenvolvimento do mapa conceitual da OP de referência, nesse caso, do transporte de carga por meio de empilhadeiras elétricas de pequeno porte, apoiamos em informações provenientes de manuais de operação, normas de segurança e manual do fabricante, além dos principais conceitos físicos identificados nessa ação (implícitos ou explícitos). A questão focal elaborada para “guiar” a construção desse mapa foi: *quais são os principais componentes e princípios físicos que regem o funcionamento de uma empilhadeira elétrica e como se dá o transporte de cargas?*

3 Resultados e discussões

Os dois mapas conceituais desenvolvidos, da OP didática (**Figura 2**) e da OP de referência (**Figura 3**), apontam para elementos praxeológicos comuns às duas situações. Por exemplo: tanto na OP da prática social de referência quanto na OP didática, porém em escala reduzida, percebe-se a necessidade de um ponto de apoio (fulcro) e de um contra peso (composto pelos motores e baterias) posicionado a uma determinada distância do fulcro (localizado no eixo que perfaz as rodas dianteiras) para o correto funcionamento da empilhadeira e transporte seguro da carga. Com isso, podemos identificar a existência de uma mesma técnica (τ_{12} , destaque em verde) para realizar o mesmo tipo de tarefa (T_1 , destaque em azul). A compreensão dessa técnica, a tecnologia (θ_1), envolve o entendimento do conceito *torque* por meio do *princípio da alavanca*. Identifica-se então um tipo de tarefa, uma técnica e uma tecnologia comum nas duas OPs. Por outro lado, a OP didática contém também outras tarefas como, por exemplo, a própria construção e o controle da empilhadeira (programando o NXT para controlar os motores e torre de elevação) fazendo uso do kit de robótica.

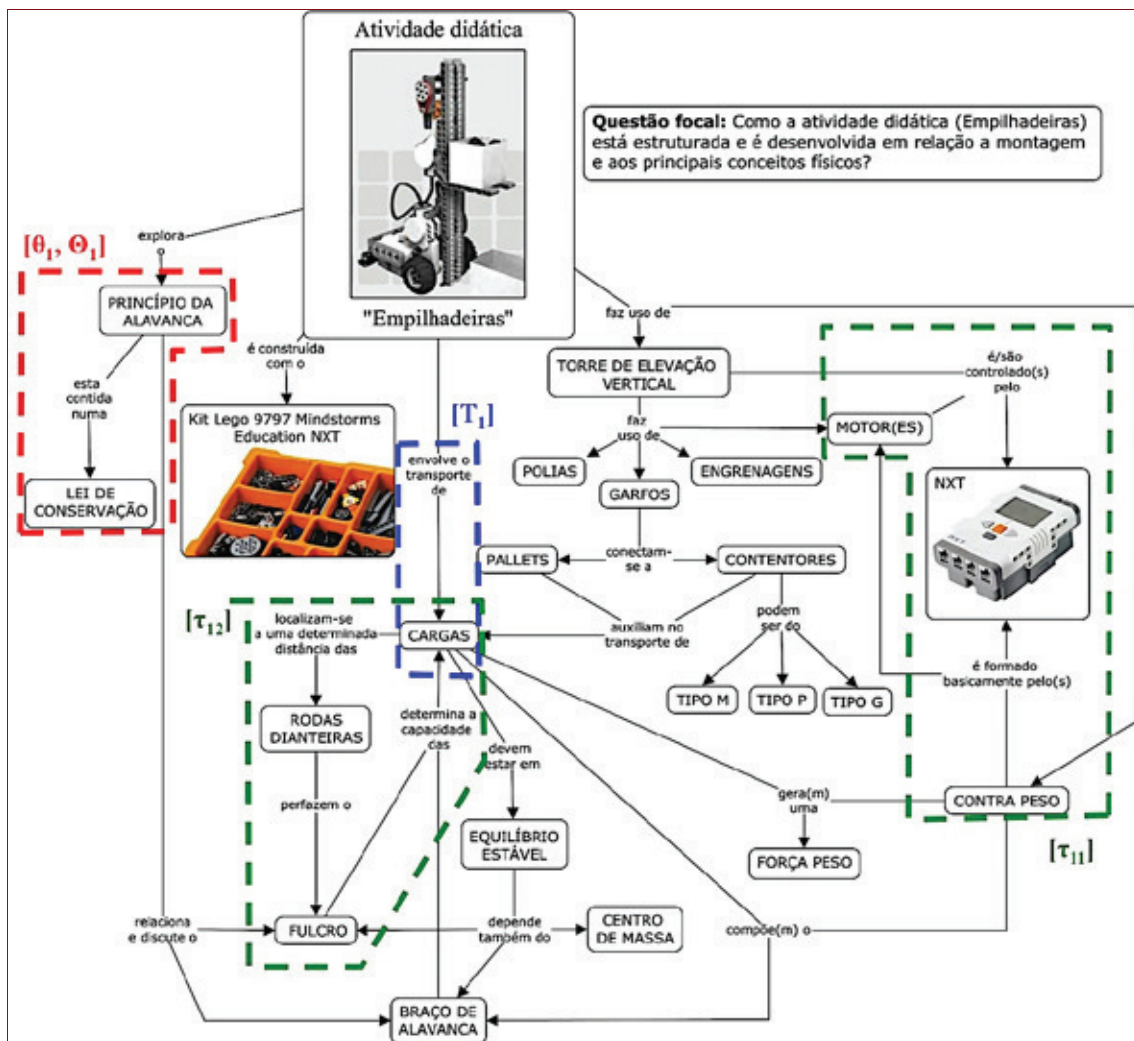


Figura 2 – Mapa conceitual referente aos principais aspectos estruturais e conceituais identificados na OP didática – atividade “empilhadeiras”.

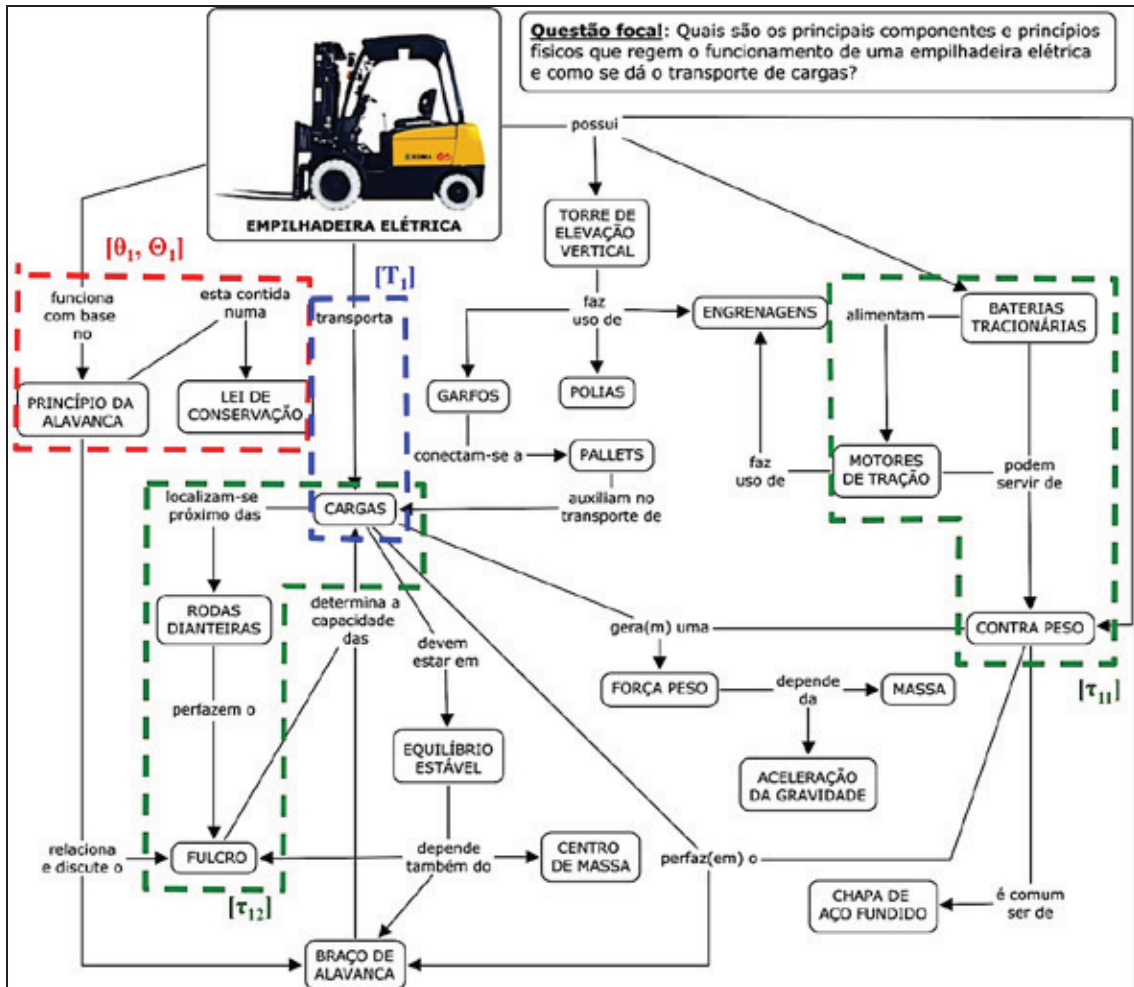


Figura 3 – Mapa conceitual referente aos principais aspectos estruturais e conceituais identificados na OP de referência – “transporte de cargas via empilhadeiras”.

Nota-se que em ambos os MCs (Figura 2 e Figura 3) o conceito “Lei de Conservação”, Teoria $[\Theta_1]$ está contido no “Princípio da alavanca”, tecnologia $[\theta_1]$, formando o bloco tecnológico-teórico $[\theta_1, \Theta_1]$ (destaque em vermelho). Assim, dependendo da intenção didática do professor ao explorar esse contexto via a robótica educacional, é possível discutir ainda leis de conservação, ou seja, tratar da teoria que possibilita melhor compreender e justificar a tecnologia (princípio da alavanca). Isso pode ser feito ao se discutir que: ao mesmo tempo que o contrapeso da empilhadeira realiza trabalho (seja na prática social de referência ou na atividade didática), aplicando uma força peso sobre uma das extremidades do braço de alavanca responsável pela potência, a outra extremidade realiza trabalho sobre a carga, mantendo a empilhadeira em equilíbrio estável.

De um modo geral, a partir do contraste desses dois Mcs, percebe-se que a OP didática não reduziu os aspectos sociais da educação científica ao espaço físico proximal dos alunos, ou seja, a uma mera ilustração de práticas sem fins didáticos-pedagógicos mais profundos (Ricardo, 2010), uma vez que apresentou elementos praxeológicos (principalmente técnicos e tecnológicos) contidos na OP de referência, fomentando processos de contextualização. Essa análise gera indicadores que auxiliam numa possível reestruturação da atividade didática, principalmente para os casos em que não se identifica explicitamente correlações praxeológicas entre as duas OP. Interessante notar que, dessa maneira, podemos inverter todo o processo para auxiliar no planejamento e desenvolvimento de atividades didáticas fazendo uso da robótica educacional para melhor discutir determinadas práticas. Em outras palavras, ao invés de se utilizar o mapa conceitual para fomentar a análise da OP didática e de referência, pode-se desenvolver um mapa conceitual para investigar primeiramente a prática de referência que se deseja trabalhar, para então verificar as possibilidades de tarefas, técnicas, tecnologias e teorias a serem exploradas e discutidas na OP didática.

3.1 Desenvolvimento de atividades

Se partirmos de uma determinada atividade humana, inserida numa dada realidade, podemos então investigar essa atividade tratando-a como uma OP de referência. Assim, dependendo da intenção didática, pode-se extrair dessa investigação preliminar quais elementos praxeológicos se deseja tratar ou são mais viáveis para se discutir na atividade didática (direta ou indiretamente).

Para ilustrar esse processo, tomamos como exemplo uma *lombada eletrônica*, presente em praticamente todos os grandes centros urbanos e rodovias. O princípio de funcionamento de algumas lombadas desse tipo envolve a perturbação do campo eletromagnético, gerado por bobinas instaladas na pista abaixo do asfalto. Duas bobinas (do tipo laço magnético) são posicionadas na pista a uma distância pré-determinada uma da outra. Tais bobinas são instaladas cerca de 20 metros antes da torre (que exibe a velocidade) e no sentido do fluxo do trânsito. Quando a velocidade registrada for superior ao limite permitido e a margem de tolerância for superada uma máquina fotográfica é acionada (BARBOSA et al, 2004). Utilizamos um mapa conceitual para sintetizar essa OP de referência e apresentar os principais componentes e princípios físicos que regem o funcionamento de uma lombada eletrônica (**Figura 4**). Caso seja de interesse do corpo docente, esse mapa pode ser desenvolvido pelo próprio aluno ao investigar determinado problema que lhe foi apresentado através da questão focal.

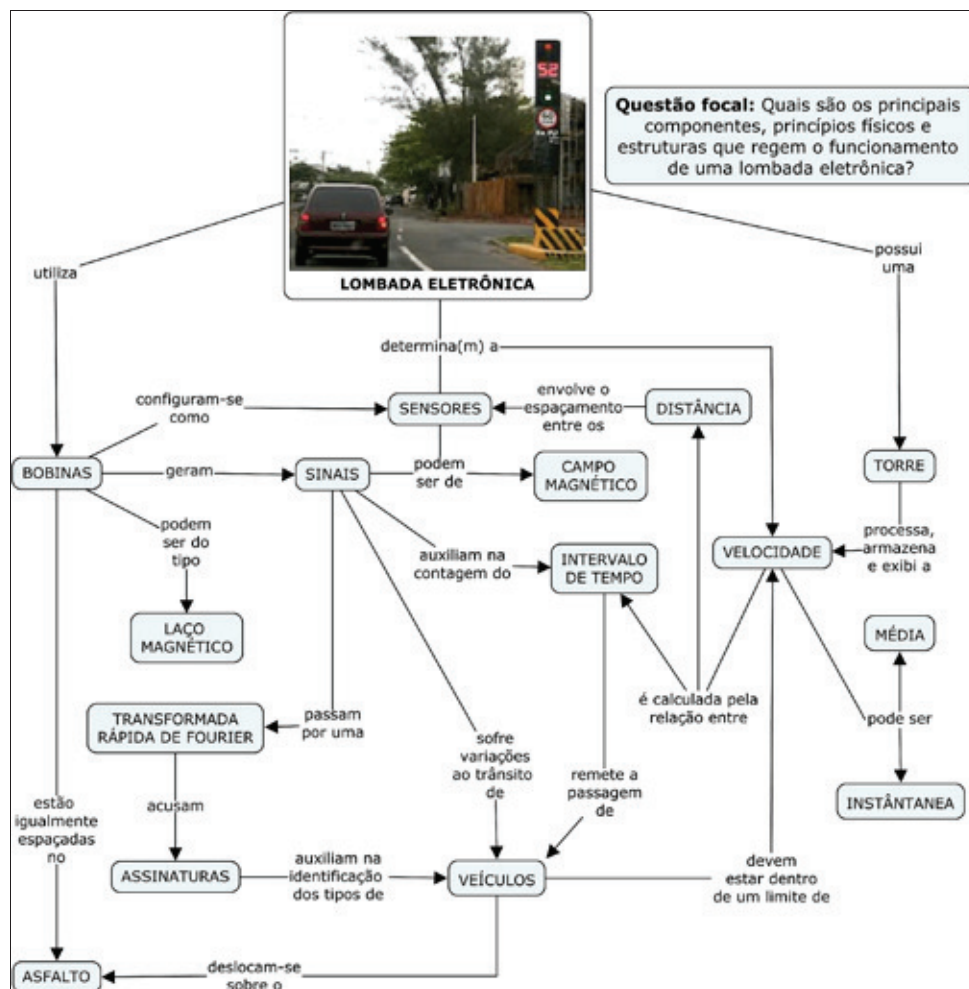


Figura 4 – Mapa conceitual referente aos principais aspectos estruturais e conceituais identificados na OP de referência: “Lombada Eletrônica”.

Em primeira análise, esse mapa conceitual aponta inicialmente que o principal tipo de tarefa é a determinação da velocidade de veículos que se deslocam sobre o asfalto, e a principal técnica associada a esse tipo de tarefa é dispor na pista sensores (nesse caso, bobinas do tipo laço magnético) de tal modo que os sinais gerados possam auxiliar na determinação do tempo transcorrido na passagem dos veículos. Sabendo-se do tempo e da distância entre os sensores, calcula-se a velocidade por meio da torre (módulo de processamento), que pode armazenar essa informação e exibir em um *display*. Assim, é possível transpor para a OP didática exatamente o mesmo tipo de tarefa (determinar a velocidade) e a mesma técnica contida na OP de referência (utilizar o sinal de sensores igualmente espaçados para mensurar o tempo transcorrido na passagem dos

veículos), tratando dessa maneira de tecnologias como, por exemplo, equações horárias do movimento retilíneo (uniforme ou variado) e conceitos físicos de velocidade média, velocidade instantânea, aceleração média e aceleração instantânea.

Por fim, é interessante notar que, fazendo uso de componentes da robótica educacional, é possível desenvolver ainda várias montagens que permeiam diferentes técnicas para cumprir uma mesma tarefa (determinar a velocidade do veículo). É possível se valer de vários tipos de sensores, desde o ultrassom e infravermelho até o sensor de luz, bem como de diferentes materiais e montagens, onde o aluno é levado a investigar a melhor opção, tanto em termos de eficiência na medição quando em termos de complexidade da montagem. Desse modo, sua criatividade é valorizada e o raciocínio lógico para a resolução do problema torna-se de suma importância, envolvendo conceitos físicos e matemáticos, além de promover atividades colaborativas por meio dos processos de montagem dos veículos, da lombada e estratégias para aferição da velocidade. Isso potencializa o aumento do grau de liberdade e protagonismo do educando, permitindo que sua criatividade seja explorada sob diferentes aspectos na resolução dos problemas propostos, revisitando o mundo ao seu redor sob novas perspectivas e ampliando suas possibilidades de ação e compreensão.

4 Conclusões

Constatou-se que os mapas conceituais auxiliam tanto na análise da OP de referência quanto da OP didática, uma vez que promovem a sistematização, organização e comparação dos principais constituintes praxeológicos (T , τ , θ e Θ) identificados e/ou considerados mais relevantes em cada uma e entre elas. Além disso, mapas conceituais que buscam responder questões focais sobre determinadas práticas sociais de referência, mostram-se como ferramentas metodológicas adequadas no planejamento e estruturação de atividades didáticas, pois expõem elementos tanto do bloco prático-técnico quanto do tecnológico-teórico identificados na OP de referência. Por meio de instrumentos da robótica educacional, como sensores de diferentes tipos, esses dois blocos podem, por exemplo, desencadear em novas técnicas para se resolver um mesmo problema. Isso tem potencial de estimular a criatividade, o desenvolvimento de atividades colaborativas e de investigação ao longo do processo de ensino e aprendizagem de saberes disciplinares, a exemplo do caso da física através da discussão de tecnologias como equações horárias do movimento retilíneo uniforme ou variado.

5 Agradecimentos

Especiais agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP) e à Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) pelo fomento recebido.

Referências

- Barak, M., Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), pp. 289-307.
- Barbosa, H. M.; et al (2004). Sistema de identificação de veículos por meio de laços de indução: um projeto integrado de ensino e desenvolvimento tecnológico. *In*. Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Florianópolis - SC. Atas do XVIII ANPET.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3).
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques (Revue)*, Pensée sauvage 19(2), 221–265.
- _____, (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. *In*. L. Ruiz-Higueras, A. Estepa, & F. Javier García (Éd.), *Sociedad, Escuela y Matemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica de la Didáctica*, Universidad de Jaén, pp. 705-746.
- Church, W.; Ford, T.; Perova, N.; Rogers, C. (2010). Physics with robotics: Using LEGO® MINDSTORMS® in high school education. Paper presented at the Association for the Advancement of Artificial Intelligence. Spring Symposium Series, Stanford University.
- Cruz-Martín, A., et al. (2012). A LEGO Mindstorms NXT approach for teaching at Data Acquisition, Control Systems Engineering and Real-Time Systems undergraduate courses. *Computers & Education* 59, 974–988.

- Delizoicov, D. (2005). Problemas e Problematizações. In. Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. Maurício Pietrocola (org). Editora UFSC, 2ª edição, Florianópolis.
- Lowe, M.; Moore, H.; Langrall, E.; Gehrman, C. (2008). Robots in the introductory physics laboratory. *American Association of Physics Teachers*, 76(10), p. 895-902.
- Martinand, Jean-Louis. (1981). Pratiques sociales de référence et compétences techniques. À propos d'un projet d'initiation aux techniques de fabrication mécanique en classe de quatrième. In. A. Giordan, J.-L. Martinand (Éds.), *Diffusion et appropriation du savoir scientifique : enseignement et vulgarisation*, Actes des troisième Journées internationales sur l'éducation scientifique, pp. 149-154. Paris : UER Didactique, Uni. Paris 7.
- _____, (2003). La question de la référence en didactique du curriculum. *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(2), pp. 125-130.
- Mitnik, R.; Recabarren, M.; Nussbaum, M.; Soto, A. (2009). Collaborative robotic instruction: A graph teaching experience. *Computers & Education*, 53(2).
- Mortensen, M. F. (2010). Analysis of the Educational Potential of a Science Museum Learning Environment: Visitors' experience with and understanding of an immersion exhibit. *International Journal of Science Education*, 33(4), pp. 517-545.
- Nogueira, R. C. S. (2008). A álgebra nos livros didáticos do ensino fundamental: uma análise praxeológica. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Centro de Ciências Humanas e Sociais.
- Novak, J. D., Cañas, A. J. (2010). The Universality and Ubiquitousness of Concept Maps. In. *Concept Maps: Making Learning Meaningful*. Proc. of Fourth Int. Conference on Concept Mapping. Viña del Mar, Chile.
- _____, (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*. Technical Report IHMC 2006-01 Rev. 01-2008. Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition.
- Pietrocola, M.; et al. (2010). Fascículo de Educação para a Vida Zoom: MÁQUINAS E EQUILÍBRIO - ensino médio, 1º ano. vol. 4, Curitiba - PR : Zoom Editora Educacional, v.4. p.68. ISBN: 978-85-7919-062-9.
- Ricardo, E. (2010). Problematização e contextualização no ensino de Física. In. *Ensino de Física. Coleção ideias em ação*. Anna Maria Pessoa de Carvalho (org.). São Paulo: Cengage Learning. ISBN 978-85-221-1062-9.
- Schivani, M., Brockington, G., Pietrocola, M. (2013). Aplicações da robótica no ensino de física: análise de atividades numa perspectiva praxeológica. *Revista de Educacion de las Ciencias*, v.14, p.32-36.
- Schivani, M. & Pietrocola, M. (2013). The Contextualization in the Teaching Physics through of instruments of the Educational Robotics: analysis of activities by Verisimilar Praxeology. In: *IVth International Congress on the Anthropological Theory of Didactics (ATD)*, Toulouse (France). Atas do 4CITAD.
- Wang, E. L.; Lacombe, J.; Rogers, C. (2004). Using LEGO® Bricks to Conduct Engineering Experiments. *Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, session 2756.
- Zanardi, D. C.; Pereira, V. S.; Kneubil, F. B. (2012). Organização praxeológica de saberes escolares: uma comparação da equação de clapeyron em livros de física e química. *WCPE - The World Conference on Physics Education*. WCPE 2012, Book of Abstracts.