

Robótica Pedagógica: uma análise praxeológica da implementação de oficinas na escola pública

Pedagogical Robotics: a praxeological analysis of the implementation of workshops in the public school

Robson Souto Brito

Universidade Federal de Pernambuco
robsonsb@gmail.com

Resumo

Neste artigo discute-se a implementação de oficinas de Robótica Pedagógica numa escola da rede pública. Portanto, o texto tem como objetivo principal avaliar alguns kits fornecidos pela Secretaria de Educação do estado da Paraíba e sua aplicação como recurso facilitador do processo de aprendizagem. Para alcançar esse objetivo aplicou-se a noção de Organização Praxeológica da Teoria Antropológica do Didático (TAD) a qual serviu como aporte teórico e ajudou na leitura e interpretação dos dados. Quanto ao procedimento metodológico, a investigação se constitui como uma pesquisa descritiva e explicativa sob a forma de uma pesquisa ação. Para coleta de dados utilizou-se a técnica de observação participante. Dentre os principais resultados constatou-se que os kits robóticos podem ser utilizados como tecnologia facilitadora da aprendizagem de conteúdos curriculares. Concluiu-se também que a Praxeologia formulada por Yves Chevallard e colaboradores se constitui como uma ferramenta teórica promissora na análise e na elaboração de tarefas de Robótica Pedagógica.

Palavras-chave: Robótica Pedagógica. Aprendizagem. Ensino.

Abstract

This article discusses the implementation of Robotics Pedagogical workshops in a public school. Thus, this paper aims to evaluate some kits provided by the Department of Education of Paraíba and its application as a facilitator resource of the learning process. In order to reach this goal, the notion of Praxeological Organization of the Didactic Anthropological Theory (TAD) was applied, which served as a theoretical contribution and helped in the reading and interpretation of the data. The methodological procedure applied for this the research constitutes as a descriptive and explanatory from the perspective of the action research. For data collection, the participant observation technique was used. Among the main results, it was verified that robotic kits can be used as a technology to facilitate the learning of curricular contents. It was also concluded that the Praxeological approach formulated by Yves Chevallard and collaborators constitutes a promising theoretical tool in the analysis and in the elaboration of tasks for Pedagogical Robotics.

Key words: Pedagogical Robotics. Learning. Teaching.

Introdução

Inicialmente ressalta-se que esse trabalho se constitui como uma continuação da reflexão acerca da implementação de oficinas de Robótica Pedagógica (RP) na rede pública de ensino da Paraíba. Essa reflexão começou numa monografia de pós graduação *lato sensu* e já apontou alguns resultados no trabalho publicado em junho deste ano (Brito, Moita e Lopes, 2018). Com a continuação do programa estadual que fornece robótica às escolas notamos a necessidade de dar sequência a análise da implementação de oficinas de RP no ensino público, especialmente nas escolas que ainda não tiveram contato com essa tecnologia. Nesse direcionamento, um dos pontos relevantes para o debate refere-se às características físicas dos kits robóticos dessas escolas e suas potencialidades para o trabalho pedagógico. Logo, essa é uma das principais perspectivas que esse artigo se funda.

A informática e posteriormente as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) são hoje influenciadoras e determinantes no comportamento e na cultura das gerações. E por ter esse “poder”, sua implementação como ferramenta facilitadora e/ou potencializadora do processo de aprendizagem de adolescentes e jovens nas escolas vem sendo posta em prática já há algum tempo, principalmente depois do advento da internet. Esse é um dos motivos pelos quais a Robótica ganhou força na área de ensino e vem sendo implementada em escolas de todo o país. É nesse contexto que surge a Robótica Pedagógica (RP) a qual será objeto de estudo desse artigo. Assim, o objetivo principal desse trabalho é fazer uma avaliação sucinta de alguns kits de Robótica Pedagógica da fischertechnik e a sua implantação numa escola pública de Ensino Médio da cidade de João Pessoa-PB à luz da Teoria Antropológica do Didático (TAD) do francês Yves Chevallard e colaboradores. Pretende-se então contribuir com a reflexão acerca da implantação da Robótica Pedagógica na Educação Básica e, por conseguinte, apontar possíveis formas de se fazer essa implantação.

A Robótica Pedagógica agrega o fascínio do computador e suas inúmeras utilidades à possibilidade de interação do humano com a máquina, fornecendo aos que dela têm acesso um ar de “posso comandar”. Ou seja, com essa tecnologia o estudante pode montar uma máquina a qual ele tem total controle. Tal característica contribui para que essa tecnologia se configure como algo inovador e promissor para a aprendizagem. Nesse sentido,

(...) pela proximidade na vida cotidiana, a robótica pode ser uma forte aliada no processo de aquisição do conhecimento, pois possibilita uma aprendizagem ativa, dialogal e participativa, onde o aluno é o sujeito do seu processo de construção do conhecimento (ZILLI, 2004, p. 16).

Robótica e robô

A Robótica Pedagógica vem se constituindo como área de estudo desde a década de 1980 quando o professor e cientista sul-africano Seymour Papert [1928-2016] começou publicar trabalhos nessa área a exemplo dos livros *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas* (1980) e *The Children's Machine*. Este último traduzido para Língua Portuguesa e publicado no Brasil em 1994 sob o título “A

Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática”. Ambos discorrem sobre o processo de introdução de informática na educação e o segundo especificamente da inclusão de robótica na escola. Esse foi então o início do debate na comunidade científica sobre a introdução de protótipos robóticos na escola. Mas afinal o que é um robô? Responder a esse questionamento pode não ser tarefa fácil, pois exige o levantamento de conhecimentos de áreas como informática, automação e engenharia. No entanto, é consenso que ao se vê um robô logo se pode identificá-lo. Outrossim, para melhor compreensão do tema deste artigo é interessante esclarecer a concepção que será considerada para este termo neste texto.

Escritos indicam que o termo robô foi utilizado pela primeira vez pelo tcheco Karel Capek (1890-1938) na peça de teatro intitulada *Rossum's Universal Robots*. O escritor chamou os personagens de sua peça de *roboti*, plural de *robot* os quais tem sua origem na palavra tcheca *robota*, que significa trabalho forçado, servidão. Porém, o responsável pela popularização da palavra robótica foi o escritor Isaac Asimov, em sua obra *I, robot*, de 1950. No entanto, pode-se encontrar na história da humanidade relatos de animações mecânicas de máquinas idealizadas por Leonardo da Vinci, além da composição de um “Homem Mecânico” por relojoeiros. Seriam essas as primeiras menções à ideia de robótica. Porém, foi somente a partir do século XX que se deu a consolidação e crescimento dessa Ciência. Foi nesse período que a robótica passou a ser associada ao aumento da produtividade industrial e a melhoria da qualidade de produtos.

Há várias definições para o termo robô, dentre elas 1) “Um robô é um mecanismo automático, por vezes com a configuração de um ser humano, capaz de fazer movimentos e executar certos trabalhos em substituição do homem” (DICIONÁRIOS PORTO EDITORA, 2018); 2) “Aparelho automático, geralmente em forma de boneco, que é capaz de cumprir determinadas tarefas” (DICIONARIO ONLINE DE PORTUGUÊS, 2018). É perceptível que há uma tendência em associar um robô com a imagem de um humano. Porém um “robô” é um equipamento multifuncional e reprogramável projetado para movimentar materiais, peças, ferramentas ou dispositivos especializados através de movimentos variáveis e programados, para a execução de uma infinidade de tarefas (ULLRICH, 1987). Esta é, sem dúvida, uma definição mais precisa e completa para o termo. No entanto, neste artigo desvinculamos o termo “robô” da programação. Isto é, não é necessário ser programável para ser um robô. Assim, um artefato que foi montado segundo as orientações de encaixe de peças de kits fischertechnike com objetivo específico de auxiliar a atividade humana na realização de determinada tarefa, por exemplo, um alicate, será considerado no texto um robô. Porém, ainda tendo como foco uma melhor compreensão do exposto neste artigo optou-se pela expressão “protótipo robótico”, ou apenas “protótipo” em substituição ao termo “robô”.

Teoria Antropológica do Didático (TAD)

A Teoria Antropológica do Didático (TAD) se configura como um ramo em desenvolvimento proveniente da Teoria da Transposição Didática do cientista francês Yves Chevallard. Essa teoria se preocupa com fenômenos relacionados

com o ensino formal, mas amplia seu campo de estudo para a atividade humana em geral. É Portanto uma teoria que se preocupa em explicar fenômenos relacionados com atividades humanas das mais diversas. Um dos pontos centrais dessa teoria é a noção de **organização praxeológica**, a qual segundo seus autores (BOSCH e CHEVALLARD, 1999) postulam, qualquer atividade humana pode ser descrita por uma noção de organização praxeológica, cujo modelo é constituído por quatro componentes: $[T/\tau/\theta/\Theta]$ em que:

- T representa o tipo de tarefa que será cumprida na atividade humana
- τ é a técnica, também entendida como maneira de realização da tarefa T
- θ é a tecnologia que justifica a técnica e permite ao mesmo tempo pensar ou mesmo produzir a técnica
- Θ é a teoria que justifica a tecnologia.

Na TAD os conceitos de instituição, objeto, pessoa, relação institucional de uma instituição com um objeto de saber e relação pessoal de um indivíduo com esse objeto são essenciais para o entendimento da atividade humana. Para (CHEVALLARD, BOSCH e GASCÓN, 2001) uma instituição (I) é um dispositivo social 'total' que - permite e impõe – a seus sujeitos [...] maneiras próprias de fazer e pensar". Sob essa ótica, a instituição nesse trabalho é a escola na qual foram realizadas as oficinas. Já o objeto de saber (O) é a Robótica Pedagógica (RP). Além desses elementos, em pesquisas que se apropriam da TAD como ferramenta teórica para análise de dados é importante deixar claro a noção do conceito de pessoa, assim, nesse trabalho os indivíduos (X) são os alunos. Nesse contexto há ainda a relação institucional com o objeto $R_I(O)$, ou seja a relação da escola com a RP e a relação pessoal dos alunos com o objeto, isto é, a relação dos alunos com a Robótica Pedagógica, $R(X,O)$.

Os kits robóticos

O laboratório de robótica da escola é composto por 40 kits da marca fischertechnik^R caracterizados por eixos temáticos, o que permite a exploração de conceitos de praticamente todas as disciplinas da grade curricular do Ensino Médio. Todos os kits vêm acompanhados por manuais de montagem para o aluno e manuais pedagógicos destinados ao professor e equipe pedagógica. Assim, além da orientação no processo de montagem dos protótipos, os manuais também sugerem conteúdos a serem explorados com uso dos respectivos kits. As revistas pedagógicas também trazem questões a serem aplicadas com uso dos protótipos. São questões, predominantemente abertas, ou seja, permitem a escrita de textos na resposta e que se diferenciam dos costumeiros exercícios de fixação de conteúdo aplicados nas aulas convencionais. Na sua maioria, essas questões induzem os alunos a realizar um tipo de experimento com o protótipo montado para poder respondê-las. Destaca-se alguns conceitos da Física como força; rotação, diferença entre massa e peso; ação e reação; atrito e inércia que aparecem como possíveis assuntos que podem ser explorados pelo docente e pelo aluno (figura 1). Alguns kits dispõem de modelos mais simples os quais não são programáveis, ou seja, seus protótipos funcionam sem o uso de programação; por exemplo os kits

que utilizam energia alternativas como a solar e a energia eólica. Há também os kits onde todos seus protótipos são programáveis. Estes utilizam uma linguagem de programação baseada em fluxogramas de fácil compreensão. Nessa pesquisa não foram utilizados kits que precisam de programação.

Figura 1- kits utilizados na pesquisa



Fonte: Próprio autor (2017)

Procedimento metodológico

Esse trabalho foi realizado numa escola de ensino médio da rede estadual da cidade de João Pessoa. Participaram da pesquisa alunos de uma turma da 2ª série do Ensino Médio e o professor de Matemática da turma. Escolheu-se essa escola porque a mesma recebeu recentemente kits de Robótica Pedagógica e, além disso, o professor participante não tem conhecimentos aprofundados em Robótica, apenas participou de uma curta formação oferecida pela Secretaria de Educação do Estado para utilização específica dos kits da fischertechnik. Deve-se ressaltar que esse deveria ser um motivo para não participação e realização dessa pesquisa pelo professor, contudo o mesmo demonstrou interesse em saber como seria a dinâmica das aulas em oficinas de Robótica Pedagógica naquela escola. Outro fator que contribuiu para realização da pesquisa naquela escola foi o fato dos estudantes não terem nenhum conhecimento de robótica. Portanto, a investigação foi feita num ambiente onde o professor tinha apenas noções gerais do material da fischertechnik^R e o aluno nenhum conhecimento desse material. Como o objetivo da pesquisa foi avaliar os kits e sua implantação na escola pública esses fatores foram decisivos na escolha do ambiente a ser desenvolvido a pesquisa.

De acordo com os objetivos dessa investigação optou-se por realizar uma pesquisa descritiva e explicativa com abordagem qualitativa sob a forma de uma pesquisa ação, a qual, de acordo com Thiollent (2008) é realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Assim, essa maneira de se fazer uma pesquisa se adequa perfeitamente ao cenário no qual esse trabalho foi aplicado. Quanto à coleta de dados foi realizada observação participante, a qual, segundo os autores

acima citados é indicada quando o observador está inserido no cenário de estudo e participa da realidade.

Como é a primeira vez que a escola dispõe de Robótica Pedagógica optou-se por reconhecer primeiramente o material impresso dos kits para depois reconhecer as peças que montam os protótipos e seus mecanismos de montagem. Assim, as revistas de montagem dos kits E-tec, Oeco-tech e Mechanic+Static foram separadas e lidas e seguidamente foi feito um planejamento no qual foram separados alguns modelos protótipos que seriam montados pelos alunos (Figura 1). Em outra etapa foram observadas duas oficinas de Robótica Pedagógica nas quais os estudantes foram orientados a montar alguns modelos dentre eles o “comando de semáforo” do kit E-tec, o “ventilador” do kit Oeco-tech, a “talha mecânica”, o “guindaste” e o “veículo com corrente” do kit Mechanic+Static; todos na Figura 2.

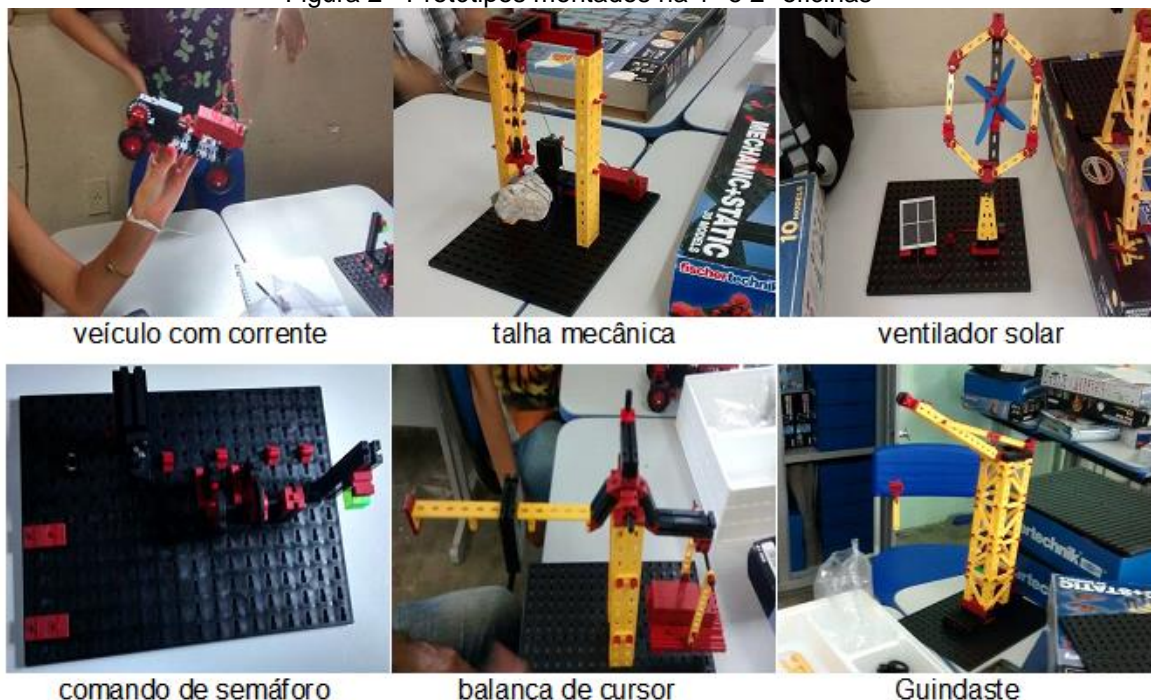
Resultados e discussão

Potencialidades da 1ª oficina

A princípio optou-se por verificar se os estudantes conseguiriam montar alguns kits sendo orientados, não exclusivamente, mas predominantemente pelas revistas que compunham o material de Robótica Pedagógica da escola. Este era o primeiro contato dos estudantes com o material de robótica, assim, pretendia-se verificar se as revistas dariam o suporte necessário na montagem. Para tanto, foram separados os modelos denominados “comando de semáforo” e a “balança de cursor” do kit E-tec, o “ventilador” do kit Oeco-tech, a “talha mecânica”, o “guindaste” e o “veículo com corrente” do kit Mechanic+Static; todos na Figura 2.

Após o término da 1ª oficina constatou-se que as revistas desses kits são autoexplicativas para o processo de montagem, isto é, os estudantes conseguem montar os protótipos com pouca orientação do professor. Nesse sentido, Papert (1994) afirma que “a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino. Evidentemente, não se pode atingir isso apenas reduzindo a quantidade de ensino, enquanto se deixa todo o resto inalterado”. Assim, as revistas contribuíram na compreensão do objeto de saber (O) mudando a relação $R(X, O) = \emptyset$ para $R(X, O) \neq \emptyset$; portanto, de acordo com Santos e Bessa de Menezes (2015), houve aprendizagem dos alunos (X) em relação ao objeto Robótica Pedagógica (O).

Figura 2 - Protótipos montados na 1ª e 2ª oficinas



Fonte: Próprio autor 2017

Convém ressaltar que as revistas apenas orientam na montagem dos modelos; assim, cabe ao professor realizar um planejamento que foque na exploração de conceitos curriculares. Outra característica importante do material é que os encaixes são bastantes rígidos, portanto depois de montados os protótipos não desmontam com facilidade, por conseguinte proporcionam a realização de experimentos que trazem a tona conceitos de áreas diversas. É importante notar que depois da primeira oficina a relação institucional com a Robótica Pedagógica que era do tipo $RI(0) = \emptyset$ começou um processo de mudança a caminho de $RI(0) \neq \emptyset$. Isso foi atribuído à iniciativa do professor em utilizar aquela tecnologia em meio a tantos fatores que contribuíam para o não uso da mesma. Logo, observa-se que a partir da primeira oficina a comunidade escolar começa a ver a Robótica Pedagógica como uma tecnologia possível de ser adotada pelos docentes de maneira a se constituir em mais um recurso motivar e facilitador da aprendizagem naquela escola.

Outro aspecto que deve ser considerado nessa 1ª oficina é o comportamento dos alunos. Eles interagiram mais que nas aulas convencionais. Tal interação se consolidou entre membros da mesma equipe e também entre equipes diferentes. Os alunos arguíram o professor e conjecturaram durante a montagem e também depois do protótipo pronto. Isso facilitou o processo de aprendizagem, e, por conseguinte ajudou na consolidação da relação $R(X, O)$. A linguagem é importante porque se constitui como um instrumento que expressa o pensamento (VYGOTSKY, 1998); o autor afirma ainda que a fala produz mudanças qualitativas na estruturação cognitiva do indivíduo. Logo, percebe-se que houve mudanças qualitativas no comportamento dos estudantes nessa oficina em relação às aulas convencionais. A esse respeito Silva (2009) defende que a abordagem de uma

metodologia específica e adequada na implantação da robótica na escola, torna essa ferramenta um recurso eficiente e facilitador no processo de aprendizagem dos estudantes.

Vale ressaltar que alguns questionamentos feitos pelos alunos durante as oficinas não puderam ser respondidos de imediato uma vez que o trabalho com Robótica Pedagógica proporciona mais interação entre os estudantes e conseqüentemente emergem nos diálogos temas mais gerais e que se distanciam da singularidade dos diálogos de aulas convencionais nas quais a especificidade do conteúdo implica, em geral, o surgimento de ideias mais restritas. Portanto a variedade de temas que emergem nos diálogos durante as oficinas é muito grande e isso impossibilita o professor de responder a todos. Mas também isso não seria adequado no trabalho com Robótica Pedagógica. Esse fato revela que a RP não é um recurso simples de ser utilizado na escola convencional, nesse sentido, Silva (2009, p. 106) analisando a adoção de uma metodologia específica para a implantação de RP numa escola pública da periferia de Natal-RN afirma que “um fato observado é que a utilização de robôs no processo de aprendizagem ainda é uma tarefa de certa complexidade para o universo escolar, seja pelo seu custo, pela gama de novos conceitos inerentes a robótica, seja pela opção educacional de cada escola.” Assim, para que o processo de implantação de RP na escola se consolide é necessário realizar “ajustes” relacionados desde a forma como se organiza a sala de aula até a filosofia de Educação a qual a escola aborda.

Ainda com relação aos questionamentos dos estudantes que ficaram sem respostas por algum momento na 1ª oficina deve-se destacar que durante o planejamento das oficinas e a leitura das revistas de montagem esse fato já havia sido contemplado, isto é, o professor já esperava que pudessem surgir questionamentos dos quais ele não teria total domínio. De acordo com Ortolan (2003)

(...) os alunos e os professores passam a descobrir e construir conhecimentos por meio das ferramentas tecnológicas, ficando a cargo de todos a responsabilidade tanto de ensinar como de aprender. Parece natural e evidente que o professor terá o papel de condutor do processo, o qual assume a função de mediador do que pretende ensinar (ORTOLAN, 2003, p. 37).

Portanto, tal episódio não se constituiu como empecilho à continuação da aula ou algo constrangedor para o professor, pois ele sabe que o trabalho com RP assim como em outros contextos do ensino, pode trazer à tona questões imprevisíveis. Por outro lado, tal ocasião foi útil para chamar os estudantes à responsabilidade de investigar o conceito de Talha Mecânica, por exemplo. Assim, o professor deixou para que os estudantes procurassem a funcionalidade de uma máquina como a do protótipo. Dessa forma, a Robótica Pedagógica proporcionou motivação nos alunos, pois eles ficaram curiosos em saber pra que servia aquela máquina e foram pesquisar na internet sobre o funcionamento da Talha Mecânica (figura 2) e descobriram que se trata de um mecanismo que serve para diminuir o peso de um objeto através da distribuição das forças que atuam num sistema de polias. A partir desse momento da oficina ficou evidente que a RP permite tanto a contextualização de assuntos diversos quanto a interdisciplinaridade e, por conseguinte houve

indícios de construção do conhecimento interdisciplinar pelo aluno e também pelo professor. Sob esse aspecto, Papert afirma que

[...] dizer que estruturas intelectuais são construídas pelo aluno, ao invés de ensinadas por um professor, não significa que elas sejam construídas do nada. Pelo contrário, como qualquer construtor, a criança se apropria, para seu próprio uso, de materiais que ela encontra e, mais significativamente, de modelos e metáforas sugeridos pela cultura que a rodeia (PAPERT, 1994, p. 65).

Contudo, ficou evidente nessa oficina que para se realizar um trabalho interdisciplinar com Robótica Pedagógica é necessário mudar o paradigma do ensino por transferência de conteúdos. Logo, o professor deve também mudar a forma de conduzir a aula. Nesse sentido

O mais interessante é que, no trabalho com robótica, o professor tem mais uma possibilidade de superar a atividade de mero transmissor de conteúdos, para resgatar a tarefa de pesquisador que nele existe, em forma potencial, assumindo assim uma postura crítica, capaz de torná-lo apto a coordenar trabalhos e/ou entre várias disciplinas, de modo interdisciplinar (SILVA, 2009, p. 78).

Assim, a abordagem de ensino se constitui como ponto central a ser considerado na implementação de Robótica Pedagógica na escola, pois o uso dessa tecnologia como recurso didático não permite a abordagem tradicional do ensino baseada apenas na transmissão de conteúdos sob pena de seu uso se transformar em mais uma falácia. Isso pode ocorrer se a escola dispõe da Robótica apenas para os alunos montarem protótipos prontos nos manuais sem realizar nenhuma reflexão sobre o protótipo no sentido de identificar o que é? Para que serve? Como funciona? Qual a viabilidade de realização do projeto no cotidiano? Portanto, para que a implantação de Robótica Pedagógica ocorra de forma satisfatória do ponto de vista da aprendizagem é necessário que o professor assuma o papel de pesquisador durante todo o processo de uso dos kits. Assim, ele terá condições de aceitar que esse trabalho não é fácil, mas é prazeroso e é possível de ser realizado na medida em que possibilita momentos de investigação, dúvidas, experimentação, e que resgata o interesse de seus estudantes pelo conhecimento e a postura crítica a respeito da ciência. Com a adoção dessa postura o professor estará contribuindo para que as oficinas de RP tenham mais chances de sucesso, ou seja, estarão contribuindo para uma aprendizagem mais dinâmica e mais contextualizada.

Outra característica da Robótica Pedagógica identificada na oficina foi a possibilidade de atuação de mais de um professor na mesma aula e de preferência professores de disciplinas distintas. Foi possível perceber de acordo com as interações e diálogos do momento da aula que essa é quase uma condição para que o trabalho pedagógico ocorra satisfatoriamente. Sobre isso, Zilli (2004) sugere a participação de professores de outras áreas nas aulas de robótica para garantir a multi e interdisciplinaridade no processo de ensino e aprendizagem. De acordo com os protótipos montados nessa oficina, a participação de um professor de Física e um de Arte, além do de Matemática, seria importante para ampliar as discussões relacionadas ao uso dos protótipos como também às possibilidades de mudança no *design* dos protótipos. Nesse sentido e mediante a estrutura curricular dos sistemas de ensino brasileiros, as escolas poderiam juntar aulas de matemática, física e arte, por exemplo, num mesmo ambiente e horário. Dessa forma, os professores

ministrariam suas aulas ao mesmo tempo e num mesmo ambiente ampliando as possibilidades de discussão de variadas temáticas. Essa parece ser uma maneira de se resolver o problema da limitação do tempo e também de se atender a necessidade do trabalho interdisciplinar posta pela Robótica Pedagógica. Talvez a constituição desse ambiente na escola contemporânea se aproxime do que Papert (1984, 1994) designou de ambientes de aprendizagem.

Análise praxeológica das oficinas

Para fazer a análise praxeológica consideraram-se os seguintes fatores: 1) a escola está introduzindo a robótica há pouco tempo e, portanto ainda está na fase de ajustes de horários, de escolha do professor definitivo que vai ficar com as aulas de robótica, de escolha do ambiente dessas aulas; enfim a RP ainda está “engatinhando” no ambiente escolar; 2) o professor está num processo de familiarização do tema; 3) a complexidade e atualidade do saber Robótica Pedagógica. Em vista disso, foi feita nesse artigo uma introdução de organização praxeológica das duas oficinas de robótica e, portanto, não é pretensão desse texto expor todas as tarefas, técnicas, tecnologias e possivelmente, teorias que por ventura venham a surgir na observação e análise das duas oficinas.

Oficina 1

A primeira oficina teve como gênero de tarefa: *Montar protótipos com orientação do manual*; a qual gerou as tarefas: *montar o comando de semáforo, o ventilador solar, a talha mecânica, o guindaste, o veículo com corrente e a balança de cursor*. (todos na figura 2)

A organização praxeológica dessa oficina pode ser vista no quadro 1. Percebe-se que mesmo realizando uma única tarefa T: (montar protótipos com ajuda do manual) a ação gerou subtipos de tarefas T_i , pois montar um guindaste não é o mesmo que montar um ventilador. Se tratando de Robótica Pedagógica essa expansão de uma tarefa em outros subtipos indica que o trabalho com essa tecnologia parece não ser simples e, portanto carece de um planejamento mais cauteloso, o que pode exigir mais tempo dos professores do que quando se planeja uma aula nos moldes convencionais.

A subdivisão da tarefa “montar protótipos com orientação do manual” também mostrou que uma tarefa simples pode proporcionar níveis de dificuldades variados entre as equipes e isso indica que o material de robótica da fischertechnik permite o surgimento de momentos didáticos propícios à aprendizagem. Contudo, para que isso ocorra, a análise das tarefas (T) propiciadas por um kit, associadas aos seus subtipos (T_i) deve ser exposta no planejamento do professor numa relação de tarefas adequadas àquele kit robótico. A não ponderação dessa exigência da Robótica Pedagógica pode ocasionar tensões desfavoráveis ao processo de aprendizagem uma vez que o professor terá que administrar variadas tarefas ao mesmo tempo em que utiliza uma tecnologia não tão simples. Assim, uma equipe pode concluir uma determinada tarefa bem mais rápido do que outra e isso pode contribuir para o desinteresse de ambas uma vez que tarefas muito difíceis podem desestimular os alunos da mesma maneira que tarefas pouco desafiantes. Isso não ocorreu nessa oficina, pois no planejamento foram separados kits com o mesmo

nível de dificuldade no processo de montagem. Nesse aspecto, a atividade docente com Robótica Pedagógica não se diferencia muito da atividade com outros materiais didáticos, pois para obter bons resultados na aprendizagem planejar torna-se essencial.

Quanto à técnica necessária à realização das tarefas percebe-se que é a mesma. Isso se justifica, pois a escola está introduzindo a RP em seu projeto pedagógico e o objetivo nesse momento era apenas reconhecer parte do material em estudo.

Quadro 1- Organização praxeológica da 1ª oficina

Tipo de tarefa (T)	Técnica (τ)	Tecnologia (θ)	Teoria(Θ)
T ₁ : montar o comando de semáforo	Encaixe de peças de acordo com a orientação da revista de montagem; orientação do professor.	Fundamentos da montagem dos kits fischertechnik	Introdução à robótica
T ₂ : montar o ventilador solar			
T ₃ : montar a talha mecânica			
T ₄ : montar o guindaste			
T ₅ : montar o veículo com corrente			
T ₆ : montar a balança de cursor			

Fonte: Próprio autor (2017)

Vale ressaltar que mesmo usando uma tecnologia sofisticada como a Robótica Pedagógica o professor pode incorrer em práticas inadequadas ao uso desse recurso. Isso ocorreria se a escola levasse os alunos apenas para montar os protótipos sem se preocupar em explorar as potencialidades curriculares do material. Outra situação desfavorável ao processo de ensino e aprendizagem com Robótica Pedagógica seria o uso dessa ferramenta numa perspectiva de ensino por transmissão de conteúdos. Esse paradigma pode limitar as possibilidades inerentes à RP.

A praxeologia exposta no quadro 1 explicita que com apenas uma teoria (Θ), uma tecnologia (θ) e apenas uma técnica (τ) é possível realizar diferentes subtipos de tarefas de Robótica Pedagógica numa mesma aula, caracterizando assim uma praxeologia pontual-local, (SANTOS; MENEZES, 2015). Também se observou que os kits são adequados à exploração de conceitos relacionados às ciências da natureza como Física e Química. Mas isso não significa que o professor com um olhar mais atencioso, não possa fazer emergir, com uso desses kits, conceitos de Biologia e Arte, ou de outras disciplinas. Portanto, ficou claro que os kits da fischertechnik possibilitam o trabalho interdisciplinar. Sobre isso

A aprendizagem acontece através do estudo de situações reais, do cotidiano, onde o aluno conseguirá aprender de forma mais significativa. Por essa razão, a interdisciplinaridade é relevante, pois nas situações reais o conhecimento não está separado em disciplinas (ZILLI, 2004, p. 29).

Dentre as áreas identificadas como propícias ao trabalho pedagógico interdisciplinar com kits robóticos da escola destacam-se a Física, a Química e a Matemática simultaneamente. Algumas dessas áreas foram identificadas durante a leitura dos manuais de orientação pedagógica no planejamento das oficinas e se confirmaram nos diálogos durante a aplicação das oficinas. Dentre os conceitos associados às áreas acima citadas, destacam-se a ideia de nota musical associada à proporcionalidade, funções trigonométricas, figuras planas, sólidos geométricos, estruturas arquitetônicas (equilíbrio e simetria), espaço tridimensional, eixos cartesianos; lateralidade, transferência e transformação de movimentos, fusão nuclear; efeito estufa; efeito fotoelétrico; intensidade luminosa; diferença de potencial; elementos químicos, razão e proporção, conceitos de geometria, dentre outros. Ainda foi observado nessa oficina que o uso dos kits pode trazer à tona temáticas relacionadas às disciplinas das chamadas ciências humanas. Nesse sentido, (BRITO; MOITA; LOPES, 2018) concordam que assuntos como a sociedade europeia do século XV e XVI emergiram em oficinas de robótica utilizando kits da fischertechnik.

Também foi identificado que o trabalho pedagógico com robótica exige maior esforço cognitivo do professor e dos estudantes do que quando se trabalha na perspectiva do ensino por transferência de conteúdos. A oficina revelou indícios de que as habilidades cognitivas inerentes à escola do século XX não dão conta das necessidades intelectivas impostas pelo trabalho pedagógico ancorado em Robótica Pedagógica. Nesse sentido, “A trilogia das habilidades ler, escrever, contar; que fundou a escola do século XIX não está mais à altura das exigências de nossa época (PERRENOUD, 1999).”

Oficina 2

Neste texto pactua-se com a opinião de Silva (2009, p. 81), segundo a qual “a avaliação é constituída de um movimento cíclico que envolve a ação, reflexão e retorno à ação”. Então, após a ação de utilizar os kits citados na 1ª oficina, seguida da reflexão sobre suas potencialidades, verificou-se que era necessário retornar a ação, ou seja, foi preciso realizar outra oficina para que o movimento cíclico ação-reflexão-retorno à ação se completasse e assim, a avaliação pretendida por esse artigo ficasse mais completa.

Dado que na 2ª oficina a relação entre o objeto (Robótica) e o indivíduo (alunos e professor) já não era mais do tipo $R[(X, 0)] = \emptyset$, pode-se analisar com mais desenvoltura outros modelos robóticos dos kits fischertechnik. Assim, a praxeologia dessa oficina foi dividida por grupos temáticos com objetivo de realizar uma análise mais ampla do que aquela feita na 1ª oficina. Os grupos temáticos identificados nessa praxeologia foram: montagem, funcionamento e conceitos curriculares. Para melhor compreensão do leitor o quadro 2 expõe o resumo da praxeologia e a figura 3 mostra os protótipos montados nessa oficina.

A classificação das tarefas levou em consideração a conceituação proposta por Bosch e Yves Chevallard (1999) segundo o qual se pode diferenciar o gênero de tarefa do tipo de tarefa. Então, as ações *montar protótipos*, *analisar o funcionamento do veículo* e *dialogar sobre conceitos curriculares* serão consideradas como gêneros de tarefa, pois são expressões mais amplas e de

conteúdo não definido. Já as ações *montar uma mesinha* ou *montar um ventilador*, apesar de não está claro o conteúdo, têm certa especificidade e, portanto serão tratadas como tipos de tarefas ou tarefas propriamente ditas associadas ao gênero *montar protótipos*.

Assim, no planejamento decidiu-se classificar as tarefas em três grupos conforme quadro 2. Seguindo uma sequência, os alunos realizariam primeiramente tarefas do gênero: *Montar protótipos* – o qual se subdivide nas tarefas T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ e T₆: *montar o guincho, o alicate, o carro de guerra, o carro de tambores, a escada e a catapulta*, respectivamente, (quadro 2 e figura 3). Após a montagem dos protótipos os estudantes passariam aos grupos II e III de tarefas simultaneamente. Ressalta-se que isso foi possível porque várias equipes estavam na sala e cada uma ficou com um tipo de protótipo. No grupo II encontra-se a tarefa: *descrever como o carro de guerra funcionava* (T₇). Enquanto que no grupo III estão as tarefas: *determinar o ângulo entre as coroas dentadas grande e pequena do carro de guerra* (T₈); *determinar a razão entre o número de ‘dentes’ da coroa menor e da coroa maior* (T₉); identificar o sentido do giro das coroas; identificar quantas o número de vezes que a coroa pequena gira enquanto a grande dá um giro (quadro 2).

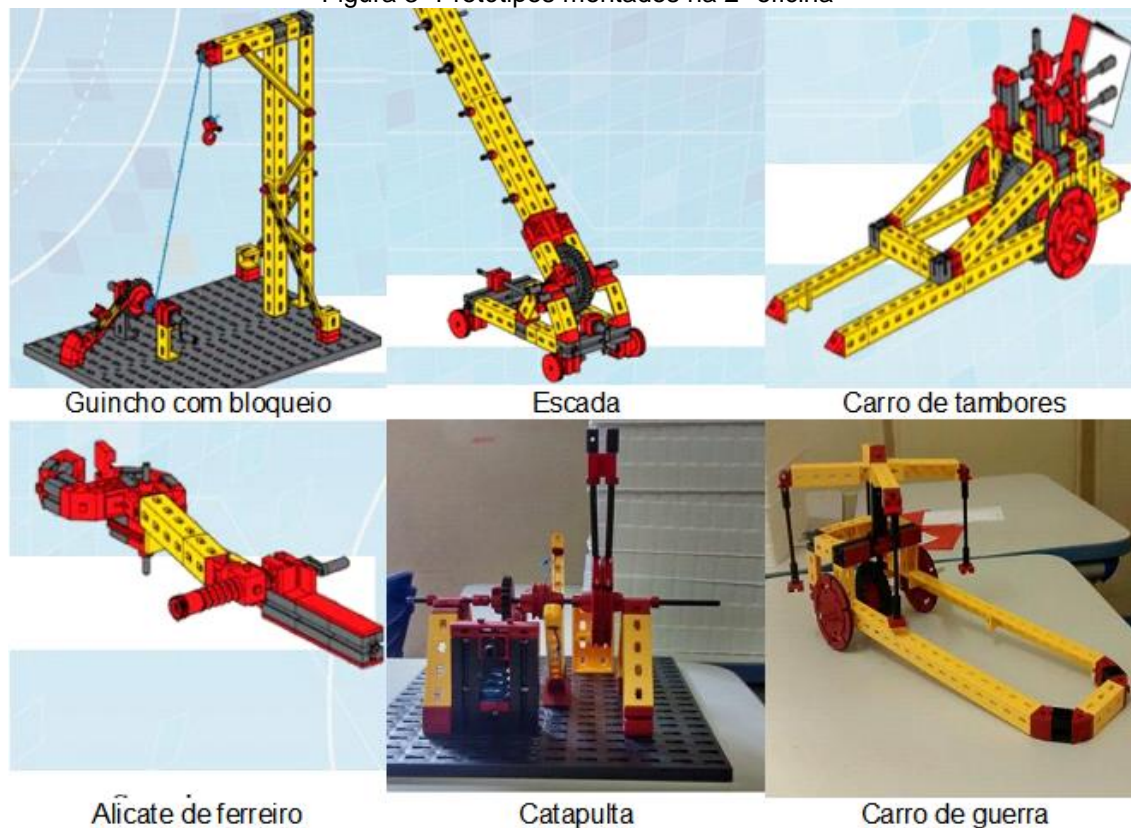
Seguindo as orientações de Zilli (2004), os alunos foram agrupados em duplas e cada dupla recebeu um kit diferente e o respectivo manual de montagem dos protótipos escolhidos no planejamento. O professor, mais uma vez, assumiu a função de mediador da montagem dos kits e condutor de todo o processo de aquisição de conhecimento dos alunos, de acordo com orientações da pesquisa de Ortolan (2003).

Análise do grupo Montagem

Destaca-se que apesar das tarefas T_i pertencerem ao mesmo gênero, (*montar protótipos*), elas são diferentes pelo mesmo motivo identificado na oficina 1, qual seja, montar uma escada não é o mesmo que montar uma catapulta, por exemplo. Apesar da técnica, tecnologia e teoria serem iguais para essas tarefas (ver praxeologia no quadro 2), não se pode afirmar que se trata da mesma tarefa, mas sim, de tipos de tarefas diferente e pertencentes ao mesmo gênero. Quanto a realização das tarefas do grupo I, os alunos conseguiram fazer todas. Isto demonstra mais uma vez que os kits da fischertechnik possuem excelentes revistas autoexplicativas e kits robóticos compatíveis com o conteúdo expresso na revista, ou seja, há coerência entre o que está exposto na revista e o material manipulativo que constitui os kits.

Nota-se no Quadro 2 que as tarefas associadas ao gênero de tarefa T: *montar protótipos* foram realizadas por uma mesma técnica t: Encaixe de peças seguindo a sequência do manual de montagem e orientação do professor. Isso foi atribuído ao fato dos alunos estarem num processo de iniciação da aquisição do saber robótica, e, portanto, ainda não lançam mão de outras técnicas de montagem, o que seria próprio do trabalho com Robótica Pedagógica.

Figura 3 -Protótipos montados na 2ª oficina



Fonte: Próprio autor 2017

No entanto, já se pode dizer que estão num nível mais avançado do domínio do saber-fazer para essas tarefas relacionadas à montagem de protótipos. Por conseguinte, o bloco prático-técnico revela que os estudantes avançaram no processo que constitui a aquisição da dimensão do conhecimento prático, isto é, o saber-fazer na TAD. Quanto à tecnologia relacionada às tarefas de montagem do grupo I, verifica-se que também é única (fundamentos da montagem dos kits da fischertechnik). Isso também se explica pelo fato dos alunos estarem começando a utilizar esses kits na escola.

A elaboração de uma pré-praxeologia e pós-praxeologia para as tarefas ajudou no esclarecimento de que a elaboração de atividades claras é uma exigência crucial ao se trabalhar com Robótica Pedagógica na escola. A análise do bloco tecnológico-teórico, antes da realização da oficina e pós-realização também foi importante no sentido de identificar possíveis mudanças no comportamento dos alunos no sentido de aquisição do saber.

Quadro 2 - Organização praxeológica da 2ª oficina

Tipo de tarefa (T)	Técnica (t)	Tecnologia (θ)	Teoria(Θ)
Grupo - I montagem			
T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ , T ₆ : montar o guincho, a escada, o carro de tambores, o alicate de ferreiro, a catapulta e o carro de guerra, respectivamente.	Encaixe de peças seguindo a sequência do manual de montagem e orientação do professor	Fundamentos da montagem dos kits da fischertechnik	Introdução à robótica
Grupo II – analisar o funcionamento do veículo			
T ₇ : Descrever como o carro de guerra funciona	testar o carro e observar o movimento das rodas e coroas e também das hélices laterais	com o carro em funcionamento é possível “enxergar” a transmissão de movimento	transmissão o de movimento
Grupo III – dialogar sobre conceitos curriculares			
T ₈ : Determinar o ângulo entre a coroa dentada grande e a pequena do carro de guerra	comparação com desenhos de “ângulos” em cartolina	A comparação permite identificar a forma de alguns ângulos: reto, raso, de uma volta	Ângulo
T ₉ : Determinar a razão entre o número de ‘dentes’ da coroa menor e da coroa maior.	Contagem dos dentes da coroa grande e pequena e comparação entre os resultados	a contagem permite concluir que tipo de transmissão ocorre: 1para2; 1para0,5; 1para3; 1para4	Razão e proporção
T ₁₀ : identificar o sentido do giro das coroas (horário ou anti-horário) e relacionar com o movimento da ‘hélice’ de cima do carro	Observação das engrenagens quando o carro estiver em movimento	Quando o carro está em funcionamento é possível perceber o sentido do giro das coroas	Sentido de giro, Transmissão de movimento
T ₁₁ : Quantas vezes a coroa pequena gira quando a coroa grande dá o giro de uma volta completa?	Observação do carro em funcionamento; em seguida dividir o número de dentes da coroa grande pelo número de dentes da coroa pequena	O raciocínio de “quantas vezes cabe” é um dos principais no conteúdo de razão e proporção	Razão e proporção

Fonte: Próprio autor (2017)

Análise do grupo Funcionamento do veículo

O grupo II de tarefas na praxeologia tem como objetivo analisar o funcionamento do carro de guerra e teve como tarefa específica T₇: descrever como o carro de guerra funcionava. Observou-se que esta tarefa não ficou clara como as relacionadas à montagem. Isto é, os estudantes sentiram muita dificuldade de entender o que a tarefa queria de fato. Nesse momento, a presença do professor foi extremamente importante, pois orientou os alunos no sentido de esclarecimento do objetivo da tarefa como também da técnica a ser empregada para que a tarefa fosse concluída.

Nesse momento da oficina ficou clara a importância do conhecimento do professor em Robótica Pedagógica de forma a poder orientar melhor seus alunos. Nesse sentido, Santos e Bessa de Menezes (2015, p. 650) ressaltam

[...] existem objetos de saber que ainda não são conhecidos pelos alunos (pessoas). No entanto, eles já são conhecidos pelo professor (instituição), e será a partir das relações que serão geradas em sala de aula (sujeito-objeto, sujeito-instituição, instituição-objeto) que se dará a aprendizagem.

A dificuldade de se trabalhar pedagogicamente com Robótica veio à tona nesse momento da oficina, pois mesmo após a explicação do professor os alunos ainda não se sentiram seguros na realização da tarefa T₇. Isso pode ser observado quando o professor saiu de perto da equipe e eles ainda demoram um pouco para fazer a tarefa. Por outro lado, considerando a dinâmica do trabalho com robótica, essa atitude dos alunos em chamar o professor para tirar suas dúvidas revela que a Robótica Pedagógica, aqui representada pelos kits da fischertechnik impediu que eles utilizassem mecanismos que indicam falsas aquisições de saberes e os fazem formular e repetir respostas prontas, o que é comum nas salas de aula convencionais. Quanto a isso, Chevallard (1992, p. 227) expõe que:

A este respeito, as instituições são sempre «vigarizadas» (trapaceadas) pelos seus sujeitos. Quando esperam encontrar sujeitos puros, que julgam ser inteiramente moldados por elas, deparam-se com pessoas, que lhes aparecem sempre, de uma forma ou de outra, como sujeitos desadequados.

Ressalta-se, contudo que após uma segunda orientação do professor os alunos movimentaram o carro, como se estivessem brincando, e daí começaram perceber como funcionavam os mecanismos. A partir daí ficou mais simples responder a tarefa.

Quanto ao bloco tecnológico-teórico nota-se na praxeologia que tanto a tecnologia quanto a teoria foram diferentes das do grupo de montagem. Isto é, o bloco prático-técnico possibilitou aos alunos oportunidade para vivenciar uma teoria diferente da do grupo 1. Isso indica que o trabalho com Robótica Pedagógica não se limita apenas à montagem de modelos robóticos. Isso também esclarece que o planejamento do tipo de tarefa T é crucial na realização de um bom trabalho didático com RP. Além disso, o uso desse recurso tecnológico pode, dentre outras possibilidades, trazer à tona teorias e temas diversos e que não foram elencados pelo professor no planejamento. Portanto, a RP é um recurso didático naturalmente interdisciplinar e, por isso, pode exigir condições e características de trabalho pedagógico diferentes das habitualmente consolidadas. Nesse direcionamento, Frigotto (1995) chama atenção:

O limite mais sério para a prática do trabalho pedagógico interdisciplinar situa-se na dominância de uma formação fragmentária, positivista e metafísica do educador e de outra nas condições de trabalho (divisão e organização) a que está submetido. [...] O especialismo na formação e o pragmatismo e o ativismo que impera no trabalho pedagógico constituem em resultado e reforço da formação fragmentária e das forças que obstaculizam o trabalho interdisciplinar (FRIGOTTO, 1995, p. 46).

Por conseguinte, de acordo com o autor, o trabalho interdisciplinar exige adaptações na formação do professor e nas condições relacionadas principalmente à divisão e organização de trabalho docente. Assim, como a Robótica Pedagógica é um recurso interdisciplinar, conclui-se que para a escola explorar de forma plena o seu potencial pedagógico é necessário proceder mudanças que vão desde a formação do professor até a concepção de educação e de conhecimento científico dos sistemas de ensino. É uma questão, portanto epistemológica.

Grupo Dialogar sobre conceitos curriculares

Na análise do grupo de conceitos curriculares, grupo III de tarefas, o bloco prático-técnico revelou que a Robótica Pedagógica pode ser associada com outros materiais didáticos visando o melhor aproveitamento das suas potencialidades no processo de aquisição do saber-fazer e do saber. Esse foi o caso, por exemplo, da tarefa T₈ a qual para ser realizada o professor entregou desenhos em papel sulfite de ângulos reto, raso, oblíquos e obtusos. Note-se que se os estudantes dependessem apenas do conhecimento formal da geometria, isto é, se eles não estivessem com nenhuma representação concreta dos ângulos, a conclusão da tarefa T₈ seria dificultada. Sobre esse aspecto a pesquisadora Ana Kaleff endossa as ideias da teoria de van Hiele ao afirmar que “a visualização, a análise e a organização informal (síntese) das propriedades geométricas relativas a um conceito geométrico são passos preparatórios para o entendimento da formalização do conceito” (KALEFF, 2003, p. 14). Assim, o uso de material representativo de alguns tipos de ângulos se constituiu numa boa alternativa para os alunos fazerem a identificação do tipo, e conseqüentemente, da medida do ângulo entre as coroas da engrenagem.

Outro ponto a ser observado é que nesse grupo a praxeologia ficou mais complexa, pois surgiram novas tecnologias e teorias. Isso ocorreu devido ao avanço dos alunos no domínio do uso dos kits de Robótica Pedagógica. Conseqüentemente, foi possível sair de uma praxeologia pontual para local e dessa para a regional. Quando isso ocorre a tecnologia e a teoria ficam mais evidentes que a tarefa e a técnica. É como se o saber tivesse mais relevância do que o saber-fazer. Nesse sentido, Santos e Bessa de Menezes (2015, p. 658) destacam:

Quando colocamos em “movimento” as praxeologias, ou seja, passamos de uma praxeologia pontual para uma praxeologia local, colocamos em primeiro plano a tecnologia (θ), da mesma forma que no passo a seguir, passar da praxeologia local para praxeologia regional, demanda colocar em evidência a teoria (Θ). Assim sendo, nos dois casos damos uma visibilidade maior ao bloco do saber [θ , Θ], em detrimento do bloco do saber-fazer [T, t].

Assim, a elaboração da praxeologia revelou que o trabalho pedagógico apoiado com kits de robótica fez emergir, numa mesma oficina, vários saberes entre os quais, conceitos da Matemática diretamente relacionados à geometria e ao campo numérico, como razão e proporção, além de conceitos da Física como movimento circular. Tal fato foi associado à potencialidade pedagógica da RP e, sobretudo, à concepção do professor referente ao uso de tecnologia na ação pedagógica. Para ele, os conceitos não precisam necessariamente serem ministrados na sala de aula

convencional para depois serem validados no laboratório de robótica. Essa concepção também é defendida por Marilena Bittar:

(...) defendemos um trabalho que articule papel e lápis com o computador. Por exemplo, o professor pode elaborar atividades que levem os alunos a elaborar uma determinada conjectura e depois passar este resultado para o caderno. Ou seja, a tecnologia é usada para levar o aluno a elaborar conhecimento (BITTAR, 2011, p. 167).

É importante ressaltar que esta também é a concepção adotada neste artigo. Assim, os conceitos discutidos na 2ª oficina não foram ministrados em aulas anteriores e convencionais para depois serem ilustrados com a Robótica Pedagógica; eles foram discutidos apenas no momento do planejamento das oficinas e elaboração das tarefas.

Ainda sobre a praxeologia exposta no Quadro 2, nota-se que o material de robótica proporcionou um momento de contextualização do saber matemático e físico. Isso foi determinado pelas tarefas T₈ à T₁₁. A análise das técnicas, tecnologias e teorias dessas tarefas revelou que os saberes matemático e físico emergiram naturalmente nas discussões entre membros da mesma equipe e entre as equipes tal como foi observado em Brito, Moita e Lopes (2018). Isso demonstrou que os kits robóticos adotados pela escola são propícios à interdisciplinaridade. Saberes como ângulo, razão, proporção e transferência de movimento emergiram de forma contextualizada nos diálogos das equipes. Logo, pode-se afirmar que a realização dessas tarefas proporcionou momentos de interdisciplinaridade entre a matemática e a física. A robótica pedagógica nesse momento aprimorou a 'ligação' existente entre essas duas disciplinas. A oficina ainda oportunizou a elaboração de conjecturas, testes, experimentos e consequentemente interação entre os componentes da mesma equipe. Isso pode ser visto nas técnicas utilizadas para resolver essas tarefas. Elas revelam o potencial da Robótica Pedagógica em oportunizar experimentação no processo de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos; algo que não é muito comum nas aulas dessa disciplina. Destaca-se também a relação entre o tipo de tarefa e o raciocínio que esta exige para ser realizada. Esse aspecto foi evidenciado no bloco tecnológico-teórico da tarefa T₁₁. Nesse ponto observa-se que o saber-fazer implica no saber e vice-versa. É como se houvesse um contínuo entre esses dois blocos no qual o conhecimento vem à tona em consequência da dinâmica proporcionada pela aplicação da robótica na realização da tarefa. Consequentemente, a aprendizagem foi potencializada por essa dinâmica.

Outro aspecto observado no trabalho pedagógico com Robótica Pedagógica é que tal recurso permitiu explorar conceitos de forma não linear. Essa característica da RP é algo que não pode ser negligenciado pelo professor. Ou seja, é extremamente relevante considerar esse diferencial ao propor o uso dessa tecnologia nas escolas. Com robótica é muito difícil seguir o paradigma linear do currículo no processo de ensino e aprendizagem, pois durante as oficinas os conteúdos surgem naturalmente, independentemente do planejamento. Porém, isso não significa que não precisa planejar ao propor o trabalho com robótica nas escolas. Muito pelo contrário. A utilização dessa tecnologia no ensino exige tanto quanto ou até mais

planejamento do que no ensino dito tradicional. No entanto, o que se defende aqui é que o trabalho pedagógico com essa tecnologia é tão dinâmico que sempre emergirão nas oficinas de Robótica Pedagógica, conteúdos dos quais não foram contemplados no planejamento. Esse é um aspecto que precisa ser ponderado no momento de utilização dessa tecnologia de maneira a evitar a desistência do professor ao surgirem questionamentos associados a conteúdos não contemplados no planejamento.

Um assunto em destaque na praxeologia (quadro 2) é o 'sentido do giro de um círculo', associado ao movimento circular das "coroas". Esse assunto é evidenciado na tarefa T₁₀. É importante notar que, em geral, esse tópico é abordado nas aulas introdutórias do conteúdo de trigonometria, e, na maioria das vezes, de forma estante e sem nenhuma aplicação. Nota-se, portanto que a Robótica Pedagógica proporcionou uma maneira de praticar o conteúdo, contextualizando-o. Observe que a técnica associada a essa tarefa está ancorada na observação do movimento das coroas da engrenagem do carro. Os estudantes não demoraram muito em chamar o professor pra comentar que as coroas giravam em sentidos contrários. Uma no sentido horário e outra no anti-horário. Mais uma vez destaca-se a Robótica Pedagógica como alternativa para contextualizar o saber matemático. Percebe-se, portanto o potencial desses kits robóticos na aplicação do conhecimento. Tal característica aponta um aspecto muito particular da robótica, o de aplicação de conhecimentos curriculares. Esse não deve ser o objetivo do uso da tecnologia na escola, porém não deve ser ignorado por ela.

Estamos entrando na era do que se costuma chamar a "sociedade do conhecimento". A escola não se justifica pela apresentação de conhecimento obsoleto e ultrapassado e muitas vezes morto. Sobretudo ao se falar em ciências e tecnologia. Será essencial para a escola estimular a aquisição, a organização, a geração e a difusão do conhecimento vivo, integrado nos valores e nas perspectivas da sociedade. Isso será impossível de atingir sem a ampla utilização de tecnologia na educação (D'AMBROSIO, 2012, p. 74).

Assim, o processo de aprendizagem das disciplinas da chamada Área das ciências da natureza e também o da Matemática pode ser potencialmente apoiado por esse recurso tecnológico. Vale ressaltar que para a escola usar a Robótica Pedagógica de forma satisfatória, deve-se compreender que o modelo de educação vigente baseado exclusivamente na transmissão de conteúdos curriculares não contribui para isso. Assim, é preciso refletir sobre a função social da escola e consequentemente sobre as práticas docentes. Isso implica rupturas no paradigma da exposição de conteúdos.

Algumas conclusões

O uso de robótica pedagógica nas escolas não é tarefa simples e impõe desafios de diferentes naturezas aos sistemas de ensino. Isto se tornou evidente nesse artigo logo a partir do planejamento da primeira oficina quando foi constatado que a formação do professor participante da pesquisa foi apenas uma introdução para reconhecimento dos kits da fischertechnik. Assim, é notório que o trabalho

pedagógico com RP se torna ainda mais difícil uma vez que a formação docente é umas das bases para que o processo de ensino e aprendizagem ocorra de forma satisfatória. Por outro lado, em geral, o currículo é concebido de forma linear. Já na robótica isso não ocorre. Ou seja, o trabalho com Robótica Pedagógica tem como característica a não linearidade dos conteúdos. Consequentemente, o uso desse recurso didático implica numa aula muito diferente da convencional e, assim sendo, a concepção de conhecimento e de educação da escola e do professor também se constitui num elemento determinante no processo de implementação de RP nas escolas. Se esta conceber o ensino como algo que pode ser realizado num processo pautado apenas pela transferência de conteúdos, ou como diria Paulo Freire, numa Educação Bancária, as potencialidades dessa tecnologia ficarão comprometidas.

Por outro lado, ficou demonstrado que os kits utilizados nessa pesquisa, se bem utilizados, podem ser fortes aliados para a contextualização e aplicação de conhecimentos de matemática e física, o que pode contribuir para um ensino mais dinâmico e uma aprendizagem mais expressiva. Isso pode ser observado a partir das revistas de montagem as quais são autoexplicativas e portanto fornecem todos os caminhos para os estudantes iniciantes em Robótica Pedagógica. Outro momento no qual se observou tal potencial foi na 2ª oficina quando os alunos responderam as tarefas fazendo experimentos e observações. Também se constatou que o uso dos kits impediu que os estudantes utilizassem mecanismos que indicam falsas aquisições de saberes formulando e repetindo respostas prontas, o que é comum nas salas de aula convencionais.

Além disso, a praxeologia da Teoria Antropológica do Didático demonstrou ser uma forte ferramenta teórica para a análise dos gêneros e tipos de tarefas que podem ser implementadas numa oficina de robótica com esse material. Isso também foi observado na 2ª oficina quando o professor percebeu que precisava melhorar o enunciado de uma das tarefas. A praxeologia também revelou, dentre outros resultados a existência de um contínuo entre os blocos prático-técnico e tecnológico-teórico no qual o saber vem à tona em consequência da dinâmica proporcionada pela aplicação da robótica na realização das tarefas. Consequentemente o processo de aprendizagem dos alunos e também do professor foi favorecido por essa dinâmica.

A pesquisa demonstra ainda que é possível a aplicação desses kits robóticos na sala de aula como meio de tornar o ensino mais interessante e a aprendizagem mais contextualizada e dinâmica. Porém deve-se ter clareza da adequação das tarefas no sentido de evitar que os estudantes frequentem a sala de robótica apenas e somente para montar protótipos já elaborados nas revistas. O uso desse material nessa perspectiva subestima a capacidade criativa dos alunos e empobrece as potencialidades inerentes à Robótica Pedagógica.

Referências

BITTAR, Marilena. A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica do professor de matemática, **Educar em Revista**, Curitiba, n. Especial 1/2011, p. 157-171, 2011.

BOSCH, Marianna; CHEVALLARD, Yves. La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs. Objet d'étude et problématique. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 19, n.1, p.77-124, 1999.

BRITO, Robson Souto; MOITA, Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro; LOPES, Maria da Conceição. Robótica Educacional: desafios e possibilidades no trabalho interdisciplinar entre matemática e física. **Ensino da Matemática em Debate**, São Paulo, v. 5, p. 27-44, maio, 2018.

CHEVALLARD, Yves; BOSCH, Marianna; GASCÓN, Josep. **Estudar Matemáticas: O elo perdido entre o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

CHEVALLARD, Yves. Concepts fondamentaux de la didactique: perspectives apportées par une approche anthropologique. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 12, n. p. 73-111, 1992.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação matemática: da teoria à prática**. 23. ed. Campinas-SP: Papirus, 2012.

DICIONARIO ONLINE DE PORTUGUÊS. Dicio.com.br. **Dicionário Online de português**, ago. 2018. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/robo/>>. Acesso em: 08 ago. 2018.

DICIONÁRIOS PORTO EDITORA. Infopédia - Dicionários Porto Editora. **infopedia**, 2018. Disponível em: <<https://www.infopedia.pt/>>. Acesso em: 07 ago. 2018.

FRIGOTTO, Gaudêncio. A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais. In: JANTSCH, Ari Paulo; BIANCHETTI, Lucídio (Org.) **Interdisciplinaridade para além da filosofia do sujeito**. Petrópolis: Vozes, 1995.

KALEFF, Ana Maria Martensen Roland. **Vendo e entendendo poliedros: do desenho ao cálculo do volume através de quebra-cabeças e outros materiais concretos**. Niterói: EdUFF, 2003.

ORTOLAN, Ivonete Terezinha. **Robótica educacional: uma experiência construtiva**. 2003. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2003.

PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PERRENOUD, F. **Construir competências é virar as costas aos saberes?** Université de Geneve (CH), 1999. Disponível em <https://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_1999/1999_39.html>. acesso em: 6 de novembro de 2018

SANTOS, Marcelo Câmara dos; BESSA DE MENEZES, Marcus. A Teoria Antropológica do Didático: uma Releitura Sobre a Teoria. **Perspectivas da Educação Matemática**, Campo Grande, v. 8, número temático, p. 648-670, 2015.

SILVA, Alzira Ferreira da. **RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional**. 2009. 127 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2009.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 16. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

ULLRICH, Roberto A. **Robótica - Uma Introdução. O porquê dos robôs e seu papel no trabalho**. Rio de Janeiro: Campus, 1987.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: perspectivas e prática**. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

Submetido em 25/08/2018.

Aceito em 16/11/2018.

