
Computational thinking and creativity: interrelationships with problem solving

Pensamento computacional e a criatividade: inter-relações com a resolução de problemas

Received: 2023-05-03 | Accepted: 2023-06-10 | Published: 2023-06-15

Elcio Schuhmacher

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0037-3651>
Universidade Regional de Blumenau – FURB/SC, Brasil
E-mail: elcio@furb.br

Vera Rejane N. Schuhmacher

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4828-2946>
Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL/SC, Brasil
E-mail: vera.schuhmacher@animaeducacao.com.br

ABSTRACT

The present work is the report of a research, using the EPECREL methodology developed by the Educational Technology Study Group – GETEC-EDU of the Postgraduate Program in Teaching Natural Sciences and Mathematics at FURB, with the objective of developing a methodology for Teaching Computational Thinking using Free Educational Robotics (EPECREL). This methodology was thought and developed to be applied in a transdisciplinary and multireferential environment and has its reference in Ausubel's theory of Assimilation and in Vygotsky. The EPECREL methodology makes use of Free Educational Robotics (REL) as a potentially significant material for the insertion of mathematical contents in a more practical and less abstract way, which is used for the construction of mathematical concepts and technological artifacts. In this context, we try to understand how to use RE as a way of acquiring references.

Keywords: EPECREL Methodology; Representational Fluency; Free Educational Robotics; Meaningful Learning; Mathematics.

RESUMO

Pensamento Computacional usando da Robótica Educacional Livre (EPECREL). Essa metodologia foi pensada e desenvolvida para ser aplicada em um ambiente transdisciplinar e multirreferencial e tem o seu referencial na teoria de Assimilação de Ausubel e em Vygotsky. A metodologia EPECREL faz uso da Robótica Educativa Livre (REL) como um material potencialmente significativo para a inserção de conteúdos matemáticos de forma mais prática e menos abstrata, a qual é usada para a construção de conceitos matemáticos e artefatos tecnológicos. Neste contexto, tenta-se entender como usar da RE como forma de aquisição de referenciais.

Palavras-chave: Metodologia EPECREL; Fluência Representacional; Robótica Educativa Livre; Aprendizagem Significativa; Matemática.

INTRODUÇÃO

A complexidade do mundo moderno está a exigir das escolas o desenvolvimento de habilidades que envolvam a capacidade de julgar informações, de saber comunicar ideias, de aprender a trabalhar em grupo e, principalmente, de negociar coletivamente decisões.

O objetivo da Robótica Educacional Livre e do uso do pensamento computacional não é direcionar todos os alunos para uma carreira científica, ou computacional, mas criar uma população de alunos informados sobre ideias científicas, modos de pensar e práticas que representem o cotidiano, para que possam tomar decisões embasados em conhecimentos científicos, tecnológicos e culturais, de interesse local ou mundial.

O objetivo do Ensino do Pensamento Computacional usando da Robótica Educacional Livre (EPECREL) é propiciar uma educação científica e tecnológica não, apenas, em termos de conhecimento de fatos e teorias, mas que permitam um encadeamento de saberes, os quais aumentem as representações do cotidiano e que permitem a assimilação e compreensão das tecnologias, eventos e fenômenos relevantes no cotidiano. Desenvolvendo uma base de conhecimento bem estruturado, sem sobrecarregar os alunos com fatos, fórmulas e conhecimento inerte, trazendo o desenvolvimento cognitivo, como pressuposto fundamental a ser desenvolvido, e com um potencial de resolução de problemas, fazendo uso de representações da ciência, tecnologia e da programação lógica de computadores.

Neste ambiente multirreferencial os alunos aplicam os seus referenciais, adquiridos no contexto escolar ou em outros, porque, inicialmente, não compreendem que são eles de determinam o desenvolvimento da tarefa. Pode ser que, mesmo quando percebem que determinada estratégia é relevante, não saibam como aplicá-la. Considera-se que a aprendizagem se torna significativa quando é acompanhada pela construção de representações múltiplas (modelos mentais), que se conectam a outras representações para compreender outros fenômenos.

Observa-se, durante a oficina a existência de um excesso de ênfase no conteúdo e na terminologia aprendidos de forma mecânica, característica do ensino atual das Ciências da Natureza, que usa, normalmente de uma abordagem transmissiva como forma de “passar” o conteúdo aos alunos, tornado a aprendizagem superficial e mecânica.

Como forma de evitar uma aprendizagem mecânica, a metodologia EPECREL discute e procura despertar nos alunos o o “**saber-por que**” e/ou o “**saber-o que**” e/ou o “**saber-como**” sobre determinado assunto, constituindo, desta forma, em um conjunto permanente de reflexões, atitudes e ações que os alunos utilizam para construir de seus artefatos. Tendo assim, oportunidades para desenvolver a compreensão de conceitos e habilidades de processo, e de ter ampla oportunidade de dialogar e praticar durante a montagem dos artefatos, combinando, desta

forma, conhecimentos curriculares com o saber fazer e que envolve problemas do cotidiano a serem resolvidos.

Neste quesito, metodologias que envolvam a robótica educacional livre vêm ganhando espaço no contexto educacional (Pozzebon, 2013; Schuhmacher e Schuhmacher, 2019). Iniciativas de inserção desta estratégia já abrange diversas áreas de ensino, trazendo benefícios aos alunos e desenvolvendo novas estratégias, ferramentas e metodologias. Mas o desafio educacional ainda se apresenta e está associado à habilidade de combinar conhecimentos disciplinares com práticas e com o cotidiano.

No desenvolvimento de uma metodologia, envolvendo aspectos teóricos e práticos, é necessária a fundamentação desta em uma teoria de ensino aprendizagem, e que esteja inserida em uma área de pesquisa e a validação de suas estratégias, por meio de experimentações que validem, principalmente, as habilidades a serem desenvolvidas. A eficácia da metodologia deve gerar resultados, os quais apontem a assimilação dos conhecimentos desenvolvidos.

Foi com este pensamento que o Grupo de Estudo em Tecnologia Educacional – GETEC-EDU, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da FURB, desenvolveu o projeto de criação do “Clube de Tecnologia”, aprovado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC, com o objetivo de elaborar uma metodologia ativa de Ensino do Pensamento Computacional usando da Robótica Educacional Livre (EPECREL) para professores do ensino fundamental e médio.

METODOLOGIA ATIVA EPECREL

A metodologia EPECREL referencia-se na teoria da assimilação de David Paul Ausubel, ou teoria de Assimilação, que é uma teoria cognitivista e procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento.

Na metodologia EPECREL, parte-se da premissa citada por Ausubel (1980), de que o aluno constrói o seu conhecimento e que, durante a aplicação da estratégia, as representações são assimiladas, ancoradas e transformada em sua estrutura mental, unindo-se a outras representações. De posse dessa nova representação mais estruturada, mais estável, o aluno compreende a nova informação e a usa em outras atividades, relacionadas ou não com a informação e eventualmente evoluindo para novos esquemas.

A metodologia EPECREL se insere dentro de uma metodologia de ensino e aprendizagem e ocorre dentro de um ambiente multirreferencial “ativo”, e preserva algumas características fundamentais de uma metodologia ativa citadas por Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991):

- Por criar um ambiente no qual os alunos são estimulados de forma sensório-motor, afetivo-emocional, mental-cognitiva em uma multiplicidade de atividades e não apenas ouvindo ou seguindo passos a serem dados na montagem;

- Por haver menor ênfase no professor e maior destaque nas habilidades e referências culturais, científicos, tecnológicos trazidos pelo próprio aluno do mundo em que vive;

- Por envolver tarefas, as quais os alunos tenham que contextualizar seus conhecimentos prévios com os novos, colocando, assim, um sentido de realidade e utilidade nos artefatos construídos;

- Por estimular os alunos a atividades de leitura, discussão, socialização dos conhecimentos e dos resultados obtidos. Dessa forma, são levados a explorar suas próprias atitudes, valores e experiências anteriores.

Considera-se que a metodologia EPECREL se insere dentro da definição dada por Bonwell (191), e que ela, por si só, se constitui como uma metodologia ativa, por ter estratégias inovadoras, em termos curriculares. Também apresenta diferenças conceituais em comparação com a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), que representa um método de aprendizagem que tem por base a utilização de problemas como ponto de partida, para a aquisição e integração de novos conhecimentos, os quais, segundo Barrows (1986), proporcionam ao aluno o desenvolvimento de algo material, ainda que em formato de projeto ou protótipo. Igualmente é citado por Lambros (2004), que descreve a ABP como sendo um método de ensino que se baseia na utilização de problemas como ponto inicial para adquirir novos conhecimentos. Enquanto Barel (2007) menciona que ABP é utilizada, também, para despertar a curiosidade e que leva à ação de fazer perguntas diante das dúvidas e incertezas sobre a complexidade dos fenômenos cotidianos.

Dentro da metodologia EPECREL, com um caráter mais construtivo, os problemas surgem durante a construção de um artefato, os quais são utilizados para que o aluno adquira novos conhecimentos científicos ou tecnológicos ou computacionais, sobre o que está montando.

O desenvolvimento cognitivo tem como origem a conversão de relações sociais em funções mentais, e não o inverso. As concepções postas pela teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2003 Moreira 2011) são, neste trabalho, valorizadas, pois o aprendente apresenta, durante o desenvolvimento da estratégia, seus conhecimentos prévios em um nível não só ambiental, cognitivo ou social.

A conversão de relações sociais em funções mentais é “mediada” pelo uso de instrumentos e signos, e considera-se que os instrumentos são os artefatos tecnológicos vindos das sucatas tecnológicas ou construídos pelos alunos; os signos são considerados a linguagem e a escrita, usados para comunicar sobre componentes dos artefatos ou na descrição do projeto. Pois, segundo Moreira (1999) é “através da apropriação (internalização) destas construções, via interação social, o sujeito se desenvolve cognitivamente.” (MOREIRA, 1999, p.111).

Nesse processo interativo entre as dificuldades apresentadas e conhecimentos específicos adquiridos, ou discutidos em grupo, ocorre uma modificação nos subsunçores e uma nova estabilidade cognitiva.

Parte-se do pressuposto que durante a busca de definições de design, de montagem ou de cumprimento da tarefa do artefato, momento em que o aluno utiliza de seus referenciais (conhecimentos prévios), é que surge necessidade de novos conhecimentos, pois os referenciais existentes não são suficientes para responder aos problemas de montagem e funcionamento.

Quando problemas são discutidos esses conhecimentos se tornam significativos e irão interagir sobre os referenciais já existentes na estrutura cognitiva do aluno, e, desta interação, surge uma nova estabilidade cognitiva. Assim, na metodologia EPECREL é a partir do artefato é que são encontrados os problemas reais e se desenvolve estratégias para auxiliar na construção e não o inverso.

Na metodologia EPECREL ocorre uma aprendizagem ativa, pois, como Schuhmacher e Schuhmacher afirmam, esta:

”...inclui situações em que os alunos, intencionalmente, têm que interagir com outros, seja com o intuito claro e explícito de aprender, seja com o intuito de fazer alguma outra coisa, como, por exemplo, entreter, ou mesmo passar o tempo, o que acaba por produzir a aprendizagem como subproduto. A aprendizagem ocorre pela troca de ideias e informações, discussão, crítica recíproca, reforço emocional mútuo – enfim, pela colaboração e pelo diálogo.” (Schuhmacher e Schuhmacher, 2019, p. 39)

No ambiente multirreferencial da metodologia EPECREL, o aluno traz, durante a criação, sua teoria e prática e a de outros referenciais, os quais foram aprendidos em ambientes não formais ou em aulas tradicionais.

A interação com novos referenciais possibilita que o aluno explore novas ideias, redefina soluções e desenvolva a capacidade de raciocinar de forma estruturada, na busca de solução/soluções interdisciplinar (es), durante a fase de testes e de construção do artefato.

Considera-se que a capacidade de se expressar prontamente e sem esforço, bem como a capacidade de utilizar, sem esforço, a palavra falada e a palavra escrita, que são duas representações diferentes como sendo uma fluência representacional. Uma representação abstrata refere-se a instâncias que são equivalentes em significado, mas diferentes em modo de expressão.

Esta estruturação do conhecimento permite que o aluno entenda o funcionamento de computadores, programação, controladores, sensores, motores, eixos, rodas dentadas entre outros, que viabilizam a realização de um projeto. E, assim, esses componentes deixam de pertencer a uma representação abstrata e passa para o concreto.

Pois segundo Moreira “organizadores devem ser sempre utilizados no ensino, pois o aluno muitas vezes não percebe essa relacionalidade e pensa que os novos materiais de aprendizagem não têm muito a ver com os seus conhecimentos prévios.” (Moreira, 2011, p. 34).

Além disso, na utilização da metodologia EPECREL, tendo um material potencialmente significativo, o aluno se sente desafiado, que, para Moreira (2011), é outro fator essencial para que ocorra a aprendizagem, que é a pré-disposição para aprender. E o professor tem fundamental importância ao conduzir os alunos, pois os desafia a questionarem e organizarem um novo conhecimento.

Segundo Schuhmacher e Schuhmacher, “ao trabalharmos com a aprendizagem ativa, tem-se que entender que a aprendizagem é por natureza um esforço ativo e que diferentes pessoas aprendem de maneira distinta” (Schuhmacher e Schuhmacher, 2019. p.39).

Assim, a metodologia EPECREL considera que os materiais usados para a construção dos artefatos são materiais potencialmente significativos e que auxiliam na construção de conceitos de forma ativa, pois o aluno é quem faz o maior número de perguntas – e não o professor – e está disposto a aprender e motivado.

Aporte Teórico

Pertencemos a uma sociedade que exige cada vez mais de pessoas com habilidades para “formular problemas percebidos, do que aprender respostas a questões onde problemas não são percebidos” (Ausubel, 1980, p. 330).

Na metodologia, defende-se a ideia posta por Papert de que “não são as regras de resolução que resolvem o problema; é pensar sobre o problema que promove a aprendizagem” (Papert, 2008). Além disso, a discussão de um problema de forma interpessoal contribui para promover uma aprendizagem significativa.

Na visão construcionista não existe um “método de ensino”, porque isto pressupõe transmissão de conhecimentos, e “quando o conhecimento é distribuído em minúsculos pedaços, não se pode fazer nada, exceto memorizá-lo na sala de aula e escrevê-lo no teste” (Papert, 2008).

Moreira (2011) considera o material potencialmente significativo como um dos fatores importantes para a aprendizagem. E Papert (2008) afirma que a utilização da Robótica Educativa no ensino potencializa o aprendizado e a construção de conceitos na utilização de artefatos físicos.

Alguns fatores relevantes como o raciocínio lógico, o contato com o método científico de exposição do real e a interação social de Vygotsky (1994) são fundamentais para que ocorra a aprendizagem. Assim, Moreira (2011) expõe: “inicialmente para a compreensão e posteriormente para a capacidade de retenção e possibilidade de reaprendizagem em menos tempo do que o normal”. Isso acontece pelo fato de o aluno ter vivenciado e ter sido agente ativo do processo de aprendizagem.

O momento da aprendizagem é visto por Vygotsky (1994) por dois fatores importantes: o primeiro acontece da passagem do inter (saber individual) para o intrapessoal (saber que acontece naturalmente de dentro para fora); e o segundo fator importante é a “interação social” – as motivações e o trabalho em equipe –, que tem como expoente principal a fala, a troca de experiências e ideias e os argumentos que surgem a partir do intercâmbio de no mínimo duas

pessoas. Moreira (2011) está de acordo com Vygotsky (1994) quando relata que é possível acontecer o desenvolvimento cognitivo na troca de informações.

Outro exponencial importante, além da fala, é o pensamento, no qual se leva em consideração que ninguém fala qualquer coisa, é preciso “pensar” (ter uma representação) para falar. Para (VYGOTSKY, 1994, p. 62), “(...) o significado da palavra não é independente do pensamento. Ele subentende um ato da mente.”.

Para Moreira (2011), o conhecimento não pode ser cumulativo e sim transformado, não se aprende acumulando informações e sim ampliando, estruturando e formulando problemas percebidos. Possibilitar ao aluno o trabalho com situações metodológicas reais, utilizando-se de medições, cálculos e testes se torna muito mais intuitivo do que simplesmente conceituar ou definir fórmulas.

A aprendizagem almejada na metodologia é aquela na qual o aluno aprende quando lhe é permitido realizar experiências, para que ele possa abstrair e assimilar representações fazendo relações com situações reais e permite que os alunos percorram caminhos por seus próprios meios, levantando hipóteses, testando e errando.

Permitindo, assim, “pensarem”, na tentativa de resolver problemas que muitas vezes não haverá solução com a perspectiva de construir representações e novas argumentações.

A ESTRATÉGIA ROBÓTICA EDUCATIVA LIVRE (REL)

A Robótica Educativa é muito mais do que uma ferramenta de apoio ao aprendizado, pois facilita a compreensão de conteúdos curriculares, cria um ambiente de aprendizagem favorável e desenvolve competências nos alunos. Possibilita o trabalho com o “concreto”, nos fundamentos de Papert (2008), em sua teoria construcionista, o aprendizado ocorre quando há satisfação do aluno em construir o artefato físico e estabelecer relações sociais.

Auxilia no desenvolvimento de habilidades e representações enquanto constrói o artefato, trocam ideias e no “fazer” é exposta a capacidade de liderança, a flexibilidade em aceitar e tomar decisões, a iniciativa em buscar soluções, além de estimular a criatividade. Dada a sua grande flexibilidade, a Robótica Educativa pode ser aplicada nos mais diversos ramos de conhecimento e permite aos professores apresentar, de forma lúdica e atrativa, conceitos anteriormente tidos como unicamente teóricos ou de difícil compreensão [Benetti et al. 2009].

Com o uso da REL, reforça-se a ideia de se construir a fluência representacional e buscar soluções, mesmo que muitas vezes não sejam encontradas. Em saber lidar com situações concretas reais e elaborar situações que ainda nem foram discutidas.

A RE é considerada uma estratégia importante, pois promove o raciocínio lógico, analítico e argumentativo do ponto de vista cognitivo e social, com a finalidade de propor soluções a um fenômeno que precisa ser estruturado.

FLUÊNCIA REPRESENTACIONAL

A ideia de fluência inclui a capacidade de compreender a equivalência de diferentes modos de representação (Hill e Sharma, 2015), fenômeno que tem sido chamado de “fluência representacional”. Em ciência, tecnologia, engenharia e matemática, os modos de representação comumente usados incluem verbal versus matemático, gráfico versus equacional, macroscópico versus microscópico, físico versus virtual etc.

A fluência representacional é a capacidade de compreender a equivalência em diferentes modos de expressão, ler informações apresentadas em diferentes representações, mudar informações de uma representação para outra e aprender em uma representação e transpor esse aprendizado para outro. Ou seja, produzir significado usando combinações de modos de representação, incluindo representações verbais (baseadas em palavras), visuais (com base em diagramas e gráficos) e simbólicas (equações e fórmulas) (Hill e Sharma, 2015).

Ainsworth (1999) propõe três funções exercidas pelas multirrepresentações no processo de aprendizagem: (i) complementar e confirmar a compreensão de outra representação anterior; (ii) restringir e refinar a interpretação, limitando o foco do aluno àquilo que se deseja enfatizar; e (iii) promover abstração, viabilizar generalização e relacionar representações.

Fluência é conseguir passar de uma representação para outra, por um processo de assimilação e interpretação de novas representações, mantendo ainda a totalidade ou uma parte somente do conteúdo da representação inicial. A falta de integração entre dois ou mais representações não impede a compreensão, mas também não se transfere novas informações tornando os conhecimentos adquiridos pouco ou não utilizáveis em outras situações.

Para Laburú et al. (2011), uma aprendizagem significativa passa a prevalecer quando um mesmo conceito ou uma mesma proposição consegue ser expresso de diferentes maneiras, por meio de distintos signos ou de grupos de signos, equivalentes em termos de significados e que permitem a formação de vínculos entre os conhecimentos prévios do sujeito e os novos conceitos, possibilitando a estruturação de sentidos e de relações argumentativas.

Smith (1988) exemplifica que, mais importante do que o conteúdo explícito de um texto, a maior parte daquilo que um leitor aprende do ato de ler depende da sua “fluência representacional”, de seu conhecimento prévio do assunto tratado. Quanto mais fluente o aluno se torna, mais facilmente identifica, usando de seus conhecimentos prévios, menos tempo gasta na identificação de palavras e/ou de informações não visuais, facilitando no entendimento um texto.

Assim como a prática orientada leva ao desenvolvimento da fluência da leitura, os alunos podem desenvolver, desde que propriamente orientados, a fluência em aprender a aprender. Ou seja, a facilidade de aprender e, principalmente, de estabelecer relações entre situações cotidianas, conhecidas ou não com o conhecimento prévio, pode ser aprendido, considera-se que aprimorar

a fluência no aprendizado deveria estar no centro de todo o processo de aprendizagem. Contudo, o que é posto em prática nas salas de aula é a transmissão de conteúdos e informações, os quais os alunos precisam decorar e, quem sabe, assimilar. O atual processo de aprendizagem requer que os alunos permaneçam concentrados em tarefas nem sempre prazerosas em si, por períodos de tempo longos, tarefas essas que podem não ser bem sucedidas em várias ocasiões. O aprendizado depende mais da perseverança do aluno do que do eventual sucesso em alguma tarefa.

Desenvolver habilidades implica em auxiliar o aluno em desenvolver valores pessoais, capacidade de perseverar, de lidar com frustrações (autocontrole) e criar multirrepresentações que o auxiliem em seu campo profissional, pois muitos alunos ao saírem do ensino básico irão atuar em uma variedade de campos profissionais e que possivelmente não estão relacionados. Muitos conhecimentos serão obtidos em uma aprendizagem informal, que se torna a fonte principal de formação do aluno, que é onde ele obtém as informações.

Portanto, saber transferir os conhecimentos adquiridos na aprendizagem inicial se torna uma necessidade. São as representações que ele leva consigo que irão definir o seu percurso profissional, neste momento atividades relacionadas à aprendizagem inicial e ao trabalho não estão mais separadas, podendo, inclusive, serem as mesmas e acrescenta-se ao “saber-por que” e o “saber-como” o “saber-onde”, onde encontrar as informações necessárias para o seu desempenho, sendo necessário recorrer às TDICs. Problemas advindos do seu trabalho serão resolvidos por meio do raciocínio lógico, e quanto maior a sua fluência de representações melhor será a sua criatividade.

MÉTODO

Este trabalho apresenta uma pesquisa ação com abordagem qualitativa, realizada com 24 alunos de uma turma do 8º ano do Ensino Fundamental final, de uma escola pública. Utilizou-se da metodologia EPECREL e um kit LEGO Mindstorms®, constituído por um conjunto de peças da linha tradicional (tijolos cheios, placas, rodas) e da linha LEGO Technics (tijolos vazados, motores, eixos, engrenagens, polias e correntes), controlados por um processador programável como ferramenta de organização do conhecimento e apoio. A oficina foi desenvolvida num período de 32 aulas e divididas, segundo a metodologia, em três momentos: do desmonte, da montagem e da inovação.

A metodologia EPECREL coloca como ponto de partida a coleta de dados sobre as concepções prévias do aluno e dos conteúdos a serem trabalhados. Para tanto, fez-se uso de um pré-teste para a análise dos subsunçores de conceitos matemáticos específicos do aluno.

Em outros momentos, a sondagem dos conhecimentos prévios é realizado por um organizador comparativo, que ajuda o aluno a integrar um novo conhecimento e que ocorre,

quando o aluno necessita explicar ao grupo sobre algum componente do artefato tecnológico, que está desmontando ou construindo, ou quando tenha que escrever/ou descrever o projeto de construção.

Neste trabalho, realizou-se também um pré-teste com respeito aos conceitos matemáticos de circunferência e regras de três inversamente proporcionais, as relações entre o número de voltas do pneu em determinado espaço e a velocidade instantânea e gráficos da função linear.

No momento da montagem dos carrinhos, com as peças LEGO, criados a critério de cada um dos grupos, tanto o design como a escolha dos componentes, foram decisão coletiva do grupo. Questionamentos foram surgindo durante a montagem e comparação entre os diferentes designs dos carros.

Esses questionamentos foram problematizados para posterior busca de informações e respostas com o objetivo de suprir deficiências de subsunçores ou para mostrar relação ou diferenças entre conhecimentos já existentes, entre os componentes, ou novos. No prosseguimento das atividades, discutiu-se os conceitos e a implicação de cada um deles no movimento do carro.

Ao final das atividades, para averiguar o aprendizado, aplicou-se um pós-teste que verificou a ocorrência da aprendizagem e se esta modificou as representações dos alunos.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO

Efetuiu-se no início da oficina um pré-teste sobre os referenciais (conhecimentos prévios) dos alunos sobre alguns conceitos de matemática, tais como:

- O que se entende por circunferência; - Qual o significado de diâmetro; - existe uma relação existente entre os dois conceitos; - porquê do número constante chamado de pi; já ouviu falar das rodas dentadas onde elas são encontradas e aplicadas no cotidiano.

Durante a fase de análise, constatou-se que alguns alunos já possuíam alguns subsunçores relacionados com o diâmetro, circunferência, o número pi, os quais foram vistos nas aulas de matemática. Contudo, não sabiam da relação entre circunferência e diâmetro e onde utilizá-los no seu cotidiano.

De acordo com as respostas dadas:

- *Sim. O diâmetro é menor e a circunferência é maior.*
- *Eu acho que o diâmetro é a parte de dentro e a circunferência, a de fora, o contorno.*
- *Circunferência é maior que o diâmetro.*
- *Sim. Sem uma não tem a outra.*
- *Não, porque deu tudo maior do que três, então não.*
- *Medi, mas não fiz cálculos.*

Após o pré-teste os alunos tiveram a liberdade de construir os seus artefatos (carros). A atividade foi realizada de forma colaborativa e em grupo. Observou-se que alguns dos grupos colocaram rodas dentadas adaptadas ao motor. Ao serem questionados do motivo, não sabiam o porquê, alguns justificavam que era para o acoplamento do motor com as rodas. Indicando indícios de conhecimentos em relação entre as rodas, mas desconhecer a relação dos mesmos, ou diferenciar as diferentes rodas dentadas. Após, iniciou-se a etapa de testes dos carrinhos criados.

Nas atividades seguintes, solicitou-se aos alunos que realizassem estimativas da rapidez dos carros criados e qual teoricamente venceria uma corrida. Nesse momento, os grupos se sentiram desafiados e, como não foi dada a possibilidade de competirem, começaram a procurar formas de solucionar o desafio.

Uma outra intervenção foi necessária quando da influência do diâmetro das rodas, na rapidez dos carros. Realizou-se então uma oficina, procurando explicações sobre a relação entre a circunferência com o diâmetro e a rapidez do carro. Para a comprovação da relação, foram realizadas medidas e estimativas de distância percorrida por cada uma das rodas de cada grupo, medidas de rodas de tratores, bicicletas, carros etc.

Outro conceito ténue posto pelos alunos foi a influência das “rodas dentadas” na transmissão de força para as rodas e a proporcionalidade entre elas. Pesquisou-se e realizou-se medidas sobre as regras de proporcionalidades das rodas dentadas. Assim como para a realização das estimativas, foram construídos gráficos de distância pelo tempo. Os dados foram então comparados entre as equipes.

Após esta intervenção os alunos repensaram (desmontaram) os artefatos e reconstruíram (inovaram) seus carros com base nos novos conhecimentos adquiridos. O que pôde ser avaliado após a aplicação do pós-teste realizado em cada uma das equipes, no qual elas fizeram um relato sobre a construção dos carros.

- *Equipe 1: “É preciso colocar a engrenagem menor no motor, porque ela vai dar um maior número de voltas do que as maiores e assim o carro vai andar mais rápido”.*
- *Equipe 2: “Se a engrenagem maior dá uma volta e tem 24 dentes, então a pequena vai dar três voltas, porque tem 8 dentes, facilita pra nós colocar no eixo grande porque vai fazer girar com maior velocidade a roda”.*
- *Equipe 3: “É melhor colocar um pneu de 25 centímetros de circunferência porque vai dar menos voltas e mais rápido”.*
- *Equipe 4: “Vamos fazer um caminhão rebaixado! Mas vamos perder nos pneus porque não tem como colocar roda de trator em caminhão, por isso, vamos pensar num jeito para as engrenagens aumentar a velocidade”.*
- *Equipe 5: “Além do tamanho grande para os pneus é bom nós deixarmos nosso carro mais leve, porque o espaço percorrido é de 30 em 30 centímetros, o tamanho de uma régua”.*
- *Equipe 6: “Quanto mais alta a reta no gráfico, mais rápido o carro do futuro vai”.*

Durante a construção dos carros na versão final percebeu-se a satisfação dos alunos em “fazer parte do processo”. Nas falas dos alunos, percebem-se novas referências e a ampliação e estruturação e que fez parte da comunicação entre as equipes.

Na Figura 1 é apresentada a sequência desenvolvimento da oficina.

Figura 1. Fotos da sequência das etapas descritas



FONTE: Arquivo dos autores (2022)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da metodologia EPECREL proporcionou um ambiente de aprendizagem multirreferencial prazeroso, envolvente e motivador. A oficina transcorreu de forma dinâmica, onde o aluno foi o agente ativo do processo de construção das representações e o professor, o facilitador e mediador.

Utilizar a metodologia EPECREL permitiu desenvolver os conteúdos de matemática de forma ativa e propiciou aos alunos a elaboração e maior clareza (estabilidade cognitiva) dos conteúdos matemáticos estudados.

A assimilação, apoiada pelo “fazer”, permitiu aos alunos vivenciarem erros e os tópicos de matemática estudados, se tornaram significativos para os alunos. Nos momentos de estimativas e, em seguida, os testes de comprovação, desenvolveram habilidades, tais como colaboração, raciocínio abstrato, comunicação e competências nos alunos para resolução de problemas abstratos.

A metodologia EPECREL proporcionou uma aprendizagem ativa e indícios de uma aprendizagem significativa. Percebida pelo engajamento e colaboração ocorrida durante a busca de solução de problemas de construção dos artefatos e mudanças na comunicação e discussão dos conceitos matemáticos e pelos resultados obtidos no pós-teste realizado.

REFERÊNCIAS

AINSWORTH, S. The functions of multiple representations. **Computers & Education**, v. 33, n. 2-3, p. 131-152, 1999.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARROWS, H. S. A. Taxonomy of Problem-Based Learning methods. **Medical Education**, v.20, pp. 481-486, 1986.

BARELL, J. **Problem-Based Learning. An Inquiry Approach**. Thousand Oaks: Corwin Press, 2007.

BONWELL, C. C., & EISON, J. A. Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. **ASHE-ERIC Higher Education Report**, Washington DC: School of Education and Human Development, George Washington University. 1991.

HILL, M. e SHARMA, M. D. Students' representational fluency at university: a cross-sectional measure of how multiple representations are used by physics students using the representational fluency survey. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 11, n. 6, p. 1633-1655, 2015.

LAMBROS, A. **Problem-Based Learning in K-8 Classrooms – A Teacher's Guide to Implementation**. Thousand Oaks: Corwin Press, Inc. 2002.

LABURÚ, C. E., BARROS, M. A. e SILVA, O. H. M. Multimodos e múltiplas representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referenciais conciliáveis da educação científica. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 469-487, 2011.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: A teoria e textos complementares**, São Paulo, Editora LF, 2011.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

PAPERT, S. A. **Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática**, Porto Alegre: Artmed, p. 216, 2008.

POZZEBON, E., FRIGO, L. B. Robótica no Processo de Ensino e Aprendizagem, **International Conference on Interactive Computer aided Blended Learning**, ICBL, p. 214, 2013.

SMITH, F. **Compreendendo a Leitura**. Artmed, Porto Alegre, 1988.

SCHUHMACHER, E; SCHUHMACHER, V.R.N.; Clube de Tecnologia como Ambiente Multirreferencial para Aprendizagem Significativa de Ciências e Tecnologias, **Revista Dynamis**, v. 25, n. 3, pp. 38-51, 2019.

VYGOTSKY, L. L. **Vygotsky: Pressupostos E Desdobramentos**, traduzido por Elizabeth J. Cestari, Mônica Saddy Martins, São Paulo, Papirus Editora, 1994.