

A mobilização do conhecimento matemático na disciplina de comandos óleos-hidráulicos

VALÉRIA GUIMARÃES MOREIRA¹

CELI ESPASANDIN LOPES²

Resumo

Esse artigo apresenta parte de uma pesquisa de doutorado que se encontra na fase final da observação de aulas. O objetivo é verificar quais conhecimentos matemáticos são mobilizados no cotidiano de aulas de diversas disciplinas do curso técnico integrado ao médio e como essa Matemática e as experiências escolares durante o curso técnico se articulam e moldam o fazer matemático dos alunos desse curso. Aqui é descrita a metodologia de pesquisa e apresentado o Curso Técnico de Mecânica como ambiente da coleta de dados. O texto expõe um episódio das aulas observadas de Comandos Óleos-Hidráulicos e uma primeira análise deste a partir do conceito de “comunidades de prática”, que dá indícios de que essa disciplina contribui para a construção de um conhecimento matemático que é próprio da comunidade de alunos observada.

Palavras-chave: ensino médio; aprendizagem matemática; comunidades de prática.

Abstract

This paper presents part of a doctoral research that is in the final phase of classroom observation. The goal is to see which math skills are mobilized in the lessons in various disciplines and how this technical course and the school experiences if articulate and shape the work with mathematical of the students during this course. Here we describe the research methodology and presented the Technical College of Mechanical and data collection environment. The text exposes an episode of lessons observed Oil-Hydraulic Controls and a first analysis of this from the concept of "communities of practice", which gives evidence that this discipline contributes to the construction of a mathematical knowledge that is proper to the community students observed.

Keywords: high school; mathematics learning; communities of practice.

Introdução

O artigo apresenta uma pesquisa de doutorado em andamento que busca investigar a aprendizagem matemática por alunos inseridos no contexto de escolas de ensino médio

Trabalho apresentado no III Encontro de Produção Discente em Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, realizado em 23 de novembro de 2013 (modalidade poster).

¹ UNICSUL/ CEFET-MG - valeriagm@deii.cefetmg.br

² UNICAMP/UNICSUL - celilopes@uol.com.br

integrado ao técnico, seja na sala de aula de matemática ou durante aulas e práticas de suas disciplinas técnicas. Essa pesquisa originou-se da experiência de trabalho da doutoranda como professora de matemática em quatro distintas escolas de ensino médio com esse perfil, como também seu trabalho durante o mestrado em Educação. O meu trabalho de mestrado demonstrou como o tratamento de um mesmo conceito matemático em disciplinas distintas, técnicas e regulares, contribui para que os alunos participem de experiências diferentes com a matemática e construam aspectos diversos desse conceito relacionados a cada prática que vivenciaram.

Como desdobramento das reflexões feitas no âmbito do mestrado, as autoras supracitadas passam a pensar a sala de aula de cada disciplina técnica observada, e também a sala de aula de matemática, como comunidades locais de prática da matemática distintas segundo a Teoria de Aprendizagem Situada desenvolvida por Lave e outros autores.

Iniciamos, então, essa pesquisa de doutorado tendo como ponto de partida o entendimento que as disciplinas escolares envolvidas na pesquisa realizada possuem aspectos que por vezes as distanciam de se constituírem como comunidades de prática segundo a teoria proposta por Lave (1996). Porém, talvez pudéssemos pensá-las como comunidades locais distintas de prática da matemática. Através da participação nas distintas práticas da matemática presentes nessas comunidades, os alunos constroem seu conhecimento escolar em relação à matemática.

O conceito de comunidades de prática constitui um dos principais referenciais teóricos da pesquisa que desenvolvemos:

Uma comunidade de prática é um conjunto de relações entre pessoas, atividade e mundo, acima do tempo e em relação com outras comunidades de prática tangenciais e sobrepostas. A comunidade de prática é uma condição intrínseca para a existência de conhecimento, não menos porque ela supre o suporte interpretativo necessário para fazer sentido de sua herança. Assim, participação na prática cultural em que existe algum conhecimento é um princípio de aprendizagem epistemológico (LAVE; WENGER, 1991, p.98).

Para Lave (1996), seja qual for o contexto – escolar ou não – “aprendizagem é um aspecto de mudança da participação em comunidades de prática” (idem, p.150) que os indivíduos (para essa pesquisa os alunos) participam ao longo do tempo.

Às questões apresentadas ao final da pesquisa de mestrado (MOREIRA, 2004) buscamos agora respondê-las na pesquisa de doutorado. As perguntas que fundamentam

esse novo trabalho de pesquisa são: *Quais conhecimentos matemáticos são mobilizados no cotidiano de aulas de diversas disciplinas no curso técnico integrado ao médio? Como esses diferentes conhecimentos matemáticos e experiências escolares durante o curso técnico se articulam e são redimensionados pelos alunos?*

Para tornar viável a execução dessa pesquisa, propusemo-nos a investigar a questão proposta em um curso técnico integrado específico, visto que este pode, em alguns aspectos, se constituir uma comunidade de prática, segundo Lave, e porque não, uma comunidade local de prática da matemática a partir dos resultados que constam na pesquisa de mestrado a que este artigo se referiu.

Para esse artigo, apresentamos, de maneira sucinta, a escolha da metodologia de pesquisa e um pequeno recorte da minha observação, em sala de aula, em uma das disciplinas técnicas de nível médio do curso selecionado.

1. A Metodologia de Pesquisa

1.1 A Pesquisa

A pesquisa se desenvolve considerando momentos distintos: estudo de literatura de pesquisa; seleção da escola onde a pesquisa se realiza; seleção do curso técnico e das disciplinas a serem observadas; observação e filmagem das aulas e construção de um caderno de campo; aplicação de um questionário aos alunos; seleção dos alunos e condução de entrevistas em grupo a respeito das respostas dadas ao questionário; análise das aulas e das entrevistas; redação da tese.

A opção metodológica adotada para a pesquisa é fundamentada em leituras das disciplinas ofertadas no doutorado e também leituras posteriores escolhidas conjuntamente com a orientação.

Uma abordagem qualitativa faz-se necessária, uma vez que pretendemos observar quais conhecimentos matemáticos são mobilizados no cotidiano de aulas de diversas disciplinas, no ensino médio integrado ao técnico, e como o conhecimento matemático socialmente construído pelos alunos, através da participação destes em diversas disciplinas ou práticas na escola, se articulam e moldam seu fazer matemático.

Os dados foram coletados durante os estudos de revisão de literatura. Em paralelo à coleta de dados, já se inicia a análise destes. Essa análise é apoiada no referencial teórico da pesquisa, no sentido de responder às perguntas apresentadas.

1.2 O Curso de Educação Profissional Técnica em Mecânica Industrial³ / CEFET-MG

Para responder à pergunta apresentada, foi necessária a escolha de uma escola que oferecesse a modalidade de ensino médio integrado ao técnico, pois pretendemos observar as “matemáticas” presentes nas disciplinas técnicas de um curso nessa modalidade, a maneira como esses diferentes conhecimentos matemáticos e experiências escolares durante o curso técnico se articulam e moldam o conhecimento matemático construído pelos alunos.

Essa escolha se deve ao fato de que conjecturamos⁴ que os momentos de abordagem e prática de conceitos matemáticos, em cada disciplina técnica a ser observada, estão relacionados à formação do conhecimento matemático construído pelos alunos pertencentes a essa comunidade de prática da matemática, e não apenas ao conhecimento matemático apresentado e desenvolvido nas aulas de matemática.

A escola escolhida para a coleta de dados foi o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, CEFET-MG, que oferece ensino médio integrado ao técnico com diversos cursos da área de estudo das exatas.

Para iniciar a coleta de dados para essa pesquisa, era preciso primeiramente escolher em qual curso técnico ela aconteceria e quais de suas disciplinas seriam observadas.

Para essa escolha, foram consultados num primeiro momento, alguns professores de matemática que lecionam no ensino de nível médio do CEFET-MG. Esses indicaram o curso técnico de mecânica como sendo um dos que mais abordam conceitos matemáticos em suas disciplinas técnicas. Outros cursos também foram indicados, mas o curso técnico de mecânica pareceu-nos abordar mais conceitos matemáticos distintos em suas disciplinas específicas.

1.3 A Pesquisa no Curso Técnico de Mecânica

³ Esse é o nome completo do curso aprovado EPTT (Educação Profissional Técnica e Tecnológica). Porém, para esse texto, usaremos apenas Curso Técnico de Mecânica para referir a ele.

⁴ Conjectura a partir dos resultados da pesquisa de Mestrado em Educação da autora Moreira (2004).

O coordenador do Curso Técnico de Mecânica integrado ao médio do CEFET-MG, campus I, Belo Horizonte, apresentou a organização do curso na escola. Relatou as disciplinas específicas de sua coordenação cursadas pelos alunos, assim como também fez uma breve exposição das que, na sua visão, mais abordavam conceitos matemáticos. O coordenador forneceu os documentos com as matrizes curriculares do Curso de Educação Profissional Técnica em Mecânica Industrial do CEFET-MG, bem como os planos de cursos de cada disciplina. A coleta de dados é então iniciada juntamente com o ano letivo de 2013.

Em um primeiro momento, foram observadas aulas de distintas disciplinas selecionadas previamente entre as específicas da carga horária dos alunos do Curso Técnico de Mecânica, durante seu trabalho com abordagem de conceitos matemáticos.

Algumas aulas dessas disciplinas foram filmadas, outras apenas gravadas em áudio e, outras, somente registro escrito, conforme combinado com o professor responsável pela disciplina. O registro escrito de todas as aulas foi feito em um caderno de anotações de campo, durante as observações, para uma análise paralela à coleta e também posterior a ela.

Posterior às observações das aulas, um questionário será aplicado em sala de aula para um grupo de alunos do terceiro ano do ensino médio, investigando aspectos relativos aos conceitos matemáticos mais observados ou que se destaquem nas aulas acompanhadas. Optou-se por esse grupo, pois os alunos do terceiro ano, no momento do questionário, já terão participado de todas as disciplinas observadas. Este questionário, a partir de sua análise inicial, será um instrumento para seleção de grupos de alunos que se dispuserem a participar de entrevistas clínicas semi-estruturadas. Acreditamos que para essa faixa etária o fato da entrevista ser em grupo contribui para que os discentes exponham, sem receios, seus pensamentos e por serem semi-estruturadas permitirá conduzir as entrevistas a partir das respostas recebidas às questões primeiramente propostas.

Após a realização das entrevistas, será iniciada a análise qualitativa dos dados obtidos por ela, buscando uma interlocução com os dados coletados durante as aulas observadas e obtidos nas respostas dadas ao questionário.

A redação da tese se dará concomitante a todas as etapas da pesquisa, ao longo desses três anos.

1.4 A escolha das disciplinas observada na Pesquisa

Como já foi dito, a escolha das disciplinas observadas se deu em um primeiro momento pela indicação do coordenador do curso e também pela leitura das ementas das disciplinas ofertadas.

Posterior a essa primeira escolha, os professores que as lecionavam durante o ano letivo de 2013 foram procurados para uma breve conversa com a doutoranda e, então, os docentes foram interrogados sobre o uso ou abordagem de conceitos matemáticos durante suas aulas. Os professores que relataram que em sua disciplina abordavam conceitos matemáticos durante sua prática⁵ foram convidados para participar da pesquisa, ou seja, perguntados se autorizavam a observação, gravação e filmagem de algumas de suas aulas.

As disciplinas escolhidas, em um primeiro momento foram verificadas e após consulta aos professores se autorizavam a pesquisa, elas foram selecionadas. São 6 disciplinas:

1º Anodo Ensino Médio { *Desenho Técnico Mecânico (DTM)*
Metrologia I (MTR01)

2º Anodo Ensino Médio { *Mecânica Técnica e Resistência dos Materiais (MTRM)*

3º Anodo Ensino Médio { *Elementos de Máquinas (ELM)*
Caldeiraria (CALD)
Comandos Óleos – Hidráulicos (COH)

Nesse momento da pesquisa a observação de aulas já foi concluída e, para esse artigo, relataremos um episódio de uma das disciplinas observadas.

2 A Disciplina de Comandos Óleos-Hidráulicos – Uma primeira exposição dos dados coletados em sala de aula

A disciplina COH⁶ é parte das específicas do Curso Técnico de Mecânica cursada pelos alunos do terceiro ano do ensino médio. É uma disciplina designada pela instituição

⁵ Aqui chamamos de prática da disciplina tanto as aulas teóricas quanto as práticas de trabalho das aulas.

⁶ Sigla utilizada pelo CEFET-MG para designar a disciplina Comandos Óleos-Hidráulicos.

como monotécnica, ou seja, acontece em um bimestre do ano letivo com duração de aproximadamente 2 meses (40 horas/aula). Ela acontece no Galpão da Mecânica⁷ em um laboratório específico para essa disciplina.

Para cursarem a disciplina, os alunos são divididos em três grupos de, aproximadamente, 12 alunos cada e revezam essa e mais duas outras monotécnicas⁸ durante três bimestres do ano letivo no mesmo horário de aula.

O professor LDF que lecionava a disciplina no ano de 2013 na turma de MEC3A⁹, observada nessa pesquisa, possui graduação em Engenharia Mecânica e mestrado em Engenharia da Energia. É um professor substituto, ou seja, contratado temporariamente pela instituição e está em seu segundo ano de trabalho no CEFET-MG.

O Laboratório onde acontecem as aulas da disciplina é uma grande sala com teto bem alto como as demais do Galpão da Mecânica, onde, em grande parte do espaço, encontram-se as máquinas utilizadas pelos alunos para as aulas práticas dessa disciplina nos cursos técnicos e na graduação. Em uma parte, no canto do laboratório, há uma pequena sala de aula com quadro branco e, aproximadamente, 15 carteiras, onde acontecem as aulas teóricas sempre para pequenos grupos de alunos.

Para as aulas nesses ambientes, os alunos usam um jaleco escuro específico do seu curso, pois, na maioria das vezes, se sujam nas aulas práticas que são a maioria delas em cada disciplina.

Para essa disciplina os alunos receberam duas apostilas. A antiga utilizada pelo curso de COH em 2011 e 2012 e a nova revisada e complementada para o ano de 2013. Isto porque, apesar da de 2013 ser mais completa, havia alguns exemplos e observações no conteúdo da antiga que a nova não manteve e era interesse do professor utilizar nas aulas. Portanto, em geral, os alunos levavam as duas para a aula.

O objetivo dessa disciplina, segundo seu plano de curso¹⁰, é oferecer competências e

⁷ Uma grande ala do CEFET-MG específica do Departamento de Engenharia de Materiais (Graduação e Cursos Técnicos de Mecânica, Mecatrônica e Eletromecânica) onde se encontram os laboratórios de aula de grande parte de suas disciplinas específicas. Mas não é um galpão físico, mas sim parte do prédio de aula do Campus I.

⁸Revezam-se nesse horário de aula Comandos Óleos-Hidráulicos (COH), Comandos Pneumáticos (CP) e Usinagem Assistida por Computador (CNC).

⁹ O CEFET-MG recebe anualmente duas turmas de Mecânica e a escolha entre acompanhar a turma MEC3A e não MEC3B se deu somente pela preferência de horário da doutoranda que observaria as aulas.

¹⁰ O plano de curso de cada disciplina (versão 2012) não foi autorizado a ser anexado a esse trabalho de pesquisa pelo Coordenador do Curso Técnico de Mecânica. Ele foi oferecido à doutoranda apenas para

habilidades aos alunos para:

1. *Conhecer os elementos do sistema de geração de energia Óleo Hidráulica.*
2. *Identificar os componentes utilizados no processo Óleo Hidráulicos.*
3. *Ler e interpretar circuitos Óleo Hidráulicos. Projetar circuitos Óleo Hidráulicos.*
4. *Montar circuitos Óleo Hidráulicos.*
5. *Aplicar normas de segurança e higiene do Trabalho e de gestão pela qualidade no âmbito da hidráulica.*

2.1 As Aulas Observadas

Foram observadas duas aulas dessa disciplina com um grupo de 12 alunos, sendo estes: 3 alunas e 9 alunos. Cada aula possui 4 horas/aula, ou seja, tem duração de 3 horas e 20 minutos.

Para esse artigo, apresentaremos um episódio da primeira aula observada, segunda aula da disciplina. Essa aula foi totalmente teórica, como designado pelo professor LDF, tendo alguns momentos no quadro com resolução e correção de exercícios e outros com exposição do conteúdo. Nesta aula não houve práticas nas máquinas de trabalho.

A aula inicia-se com o professor corrigindo exercícios (situações problemas) passados no quadro na aula anterior, para que os alunos resolvessem em casa. Para a correção, o professor reescreve a questão-problema no quadro e a corrigi por completo, desenvolvendo todos os cálculos.

São três questões-problema: uma de linha de pressão, outra de linha de retorno e outra de linha de sucção de bombas hidráulicas. Nos três exercícios, os alunos devem, ao final, interpretar os resultados numéricos obtidos e decidir por qual medida de tubo hidráulico utilizar dentre as existentes no comércio. Ou seja, é uma questão-problema que reproduz a prática de trabalho deles como técnico.

Acompanhemos o primeiro exercício para exemplificar a tarefa dos alunos nessa atividade¹¹:

1ª Questão-problema proposta pelo professor:

Linha de Pressão:

consulta particular durante a pesquisa e retirada de algumas informações sobre o curso e suas disciplinas.

¹¹Exercício e sua resolução como anotado pelo professor no quadro; reprodução feita pela doutoranda em seu caderno de anotações de campo.

Calcular o diâmetro interno $Q = 80/\text{pm}$. Considerando a $v_s = 1\text{m/s}$; $v_p = 4,5\text{ m/s}$ e a $v_r = 3\text{m/s}$.

Resolução feita pelo professor no quadro:

$$V = \frac{Q}{d_i^2} \times 21,22 \therefore d_i = \sqrt{\frac{Q \times 21,22}{V}} \therefore d_i = \sqrt{\frac{80 \times 21,22}{4,5}} = 19,4$$

(fórmula já apresentada aos alunos na aula anterior)

$Q = \text{l/min}$ (vazão); $d_i = \text{mm}$ (diâmetro interno); $V = \text{m/s}$ (velocidade)

Após o final do exercício, os alunos deveriam observar a medida obtida na resolução para o diâmetro do tubo a ser utilizado, 19,4 mm, e decidirem por qual deveria ser a medida utilizada na situação real para o tubo, pois não existe no comércio tubo com essa medida obtida.

Para a tomada de decisão, o professor apresentou aos alunos uma tabela trazida para a aula por ele que contém as medidas de tubulação comercial. As mais próximas são (25 x 19) e (30 x 21). A primeira medida representa o diâmetro externo do tubo e a segunda o diâmetro interno (d_i) calculado no exercício.

Em problemas similares nas aulas de matemática do ensino médio, a opção comumente é decidir pela medida que segue a encontrada, ou seja, 30 x 21, pois 21mm é a menor medida após 19,4mm. Porém, na situação real de trabalho o técnico deve observar a velocidade na pressão suportada pelo tubo, que, na tabela, traz a informação de 3 a 6 m/s para a menor, ou seja, suporta a v_p de 4,5m/s indicada no enunciado do exercício. Portanto, o técnico deve optar pela tubulação de 25 x 19 que é mais barata no comércio, diminuindo o preço da obra. Mesmo o diâmetro de 19mm sendo menor que o encontrado, a velocidade dentro do tubo aumentará, mas ele suportará a pressão.

Questionado pelos alunos sobre o que seria mais aconselhado, se seria optar pelo maior, o professor responde que não, que não faz diferença na qualidade da obra, portanto é sempre mais aconselhável optar pelo mais barato quando possível.

Nas duas questões-problema que seguem a descrita acima os alunos tomaram decisões semelhantes a essa na escolha da tubulação para a atividade proposta.

2.2 Análise Inicial do Episódio Apresentado

No episódio descrito acima os alunos se deparam com uma situação problema, na qual,

após utilizarem uma fórmula matemática desenvolvida para resolverem a questão proposta, eles precisam tomar uma decisão com base no resultado numérico obtido. É uma questão-problema bem similar a algumas contextualizadas e propostas em aulas de matemática.

Porém, o raciocínio orientado pelo professor para a tomada de decisão não é similar ao raciocínio que um professor de matemática faria comumente com seus alunos em uma situação parecida com essa.

Como descrito no episódio, em uma aula de matemática seria mais comum a indicação do uso do maior tubo, como pensaram alguns alunos ser mais adequado, pois o volume é indicado para tubulação de no mínimo 19,4 mm, o que nos leva a pensar não ser adequado usar um diâmetro menor. Porém, na prática de trabalho do técnico, existem outras questões a serem analisadas que não apenas o resultado numérico da questão. Como no caso mencionado pelo professor é sempre preferível optar pelo mais barato, se há condições para efetuar, com qualidade, a obra.

Esse episódio já contribui para indicar que existe um uso próprio da matemática por esse grupo cultural de técnicos em mecânica. O uso da matemática na prática própria dessa disciplina envolve conhecimentos distintos dos da aula de matemática do ensino médio, conhecimentos esses que são próprios dessa comunidade à qual os alunos começam a pertencer e se constituem integrantes ao longo desses três anos escolares.

Acreditamos que o modo próprio dos alunos técnicos em mecânica de interpretar os resultados numéricos da resolução de uma questão-problema do contexto da disciplina de COH colabora para a construção de um conhecimento matemático que é próprio da comunidade de prática desses alunos.

Considerações finais

Com a exposição do episódio de aula da disciplina de Comandos Óleos-Hidráulicos podemos perceber que essa disciplina contribui para a aquisição de conhecimentos matemáticos desses alunos, porém com características próprias necessárias a esse grupo que desenvolve um jeito próprio de pensar situações-problemas.

Os alunos do ensino médio integrado ao Curso Técnico de Mecânico parecem vivenciar experiências com o conhecimento matemático que é próprio de sua comunidade de prática.

Essas experiências podem se articular e moldar o conhecimento matemático adquirido desses alunos ao longo do ensino médio integrado ao técnico e os diferenciar de alunos de outros cursos técnicos ou que cursam apenas o ensino médio.

Talvez essas experiências também construam um conhecimento matemático da comunidade de prática dos alunos do ensino médio integrado ao técnico de mecânica que possuem características próprias oriundas de suas práticas nas disciplinas da área técnica, como a disciplina de Comandos de Óleos Hidráulicos sobre a qual aqui relatamos um pequeno episódio.

Acreditamos que esta proposta de pesquisa contribui para que percebamos a sala de aula com um novo olhar. Contribui para entendê-la como constituída de relações entre os alunos, entre alunos e professores, entre esses e a prática da disciplina e, talvez, o mundo que os cerca. Como proposto em Lave (1996), procuramos perceber *a prática social da aprendizagem como um fenômeno social fundamental em relação com quais práticas de ensino são constituídas* (Ibidem, p.150).

Referências

- LAVE, J.; WENGER, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate peripheral participation*. 10. ed. United States of America: Cambridge University Press, 1991. 138 p.
- LAVE, J. (1996). Teaching, as Learning Practice. In: *Mind, Culture, and Activity*, v. 3, n. 3, p. 149-160, 1996.
- MOREIRA, V. G. (2004). *Comunidades de Prática da Matemática no Ensino Médio Técnico*. 140 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2004.