

POSSIBILIDADES CONSTRUCIONISTAS COM LOUSA DIGITAL: DIÁLOGOS A PARTIR DE UMA AULA DE ABORDAGEM INSTRUCIONISTA

CONSTRUCTIONIST POSSIBILITIES WITH DIGITAL BOARD: DIALOGUES FROM AN INSTRUCTIONAL APPROACH CLASS

POSIBILIDADES CONSTRUCCIONISTAS CON PIZARRA DIGITAL: DIÁLOGO DESDE UNA CLASE DE ENFOQUE INSTRUCCIONAL

Suely Scherer

Doutora em Educação: currículo. Professora associada da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, Campo Grande/MS.
E-mail: suely.scherer@ufms.br
ORCID - <https://orcid.org/0000-0002-2213-3803>

Sérgio Freitas de Carvalho

Doutor em Educação Matemática. Professor do Instituto Federal Goiano, campus Itameri, GO.
E-mail: sergio.carvalho@ifgoiano.edu.br
ORCID - <https://orcid.org/0000-0002-3757-0395>

RESUMO

Este artigo tem por objetivo analisar o uso da lousa digital em uma aula de matemática de abordagem instrucionista; propõe-se, também, um diálogo com a abordagem construcionista para aulas que utilizem essa tecnologia. Os dados analisados foram produzidos em uma pesquisa de mestrado, em que se investigou a formação continuada para professores de matemática, com foco no uso da lousa digital. Uma das propostas dessa formação foi o planejamento e desenvolvimento de aulas para turmas da Educação Básica. A abordagem escolhida para as atividades foi a construcionista; o aluno, nessa perspectiva, é sujeito ativo que propõe, discute e confirma as suas conjecturas. Neste estudo, partimos dos dados obtidos na observação de uma aula orientada pela abordagem instrucionista, para sugerir— orientados pelos estudos de Papert e de Valente — ações em uma abordagem construcionistas para práticas educacionais com lousas digitais. Evidencia-se, nessa investigação, as dificuldades do professor em superar a abordagem instrucionista, mesmo com o emprego da tecnologia digital. Apesar de tentar estabelecer diálogo com a turma, o professor respondeu a maioria das perguntas propostas por ele; os alunos não tiveram a oportunidade de serem ativos, propor questões ou conjecturar. No entanto, são indicadas possibilidades para que essa fosse orientada pela abordagem construcionista, de forma que alunos pudessem interagir entre si, com a Lousa Digital, e com o objeto em estudo.

Palavras-chave: Aula de matemática; Tecnologias digitais; Formação de professores.

ABSTRACT

This article aims to analyze the use of the digital whiteboard in an instructional approach mathematics class; it is also proposed pedagogical actions with a constructionist approach for classes that use this technology. The data analyzed were obtained in a master's research, which investigated continuing education for mathematics teachers, focusing on the use of the digital whiteboard. One of the proposals of this training was planning classes for Basic Education classrooms. The approach chosen for the activities was constructionist; in this perspective, the student is an active subject who proposes, discusses and confirms his conjectures. In this study, we start from the data obtained in the observation of an instructional class, to suggest - guided by the studies of Papert and Valente - constructionist actions for educational practices with digital whiteboards. It is evident, in this examination, the teacher's difficulties in overcoming the instructional

approach, even with the use of digital technology. Despite trying to establish a connection with the class, the teacher answered most of the questions proposed by him; students did not have the opportunity to be active, ask questions or conjecture. However, constructionist procedures are still recommended in activities with digital boards, with an interaction among students, teachers and the object under study.

Keywords: Mathematics class; Digital technologies; Teachers' education.

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo analizar una clase de matemáticas, de enfoque instruccional, en que se utilizó la pizarra digital; se propone, también, un diálogo con el enfoque construcccionista para clases que utilicen esa metodología. Los datos analizados se produjeron en una investigación de maestría, que estudió el uso de la pizarra digital en la formación continua de profesores de matemáticas. Una de las propuestas en esta formación consistió en la planificación pedagógica destinada a alumnos de Educación Básica. El enfoque escogido para las actividades fue el constructivista; el alumno, en esa perspectiva, es visto como un sujeto activo que propone, discute y confirma sus conjeturas. En este estudio, partimos de los datos obtenidos en la observación de una clase Instruccional, para sugerir — orientados por los estudios de Papert y Valente — acciones construcccionistas para prácticas educativas con pizarras digitales. Se evidencian, en esta investigación, las dificultades del maestro para superar el enfoque instruccional, aun con el empleo de la tecnología digital. Aunque haya intentado establecer conexión con el grupo, el docente contestó la mayor parte de las preguntas formuladas. Los estudiantes no tuvieron la oportunidad de ser activos, formular preguntas o conjeturas acerca de las situaciones estudiadas en clase. Sin embargo, todavía se indican procedimientos construcccionistas para actividades con pizarra digital, con el propósito de producir interacción entre estudiantes, maestros y el objeto en estudio.

Palabras-clave: Clase de matemáticas; Tecnologías digitales; Formación de maestros.

INTRODUÇÃO

Em algumas escolas públicas brasileiras, nos últimos anos, observamos a chegada da lousa digital, na maioria dos casos, uma lousa portátil, acoplada a um projetor multimídia. Essa tecnologia mescla as potencialidades de uma lousa convencional com os recursos do computador. O diferencial dessa tecnologia é a possibilidade de interação entre os alunos, e a construção coletiva de conhecimento; assim, a presença da lousa digital transforma a sala de aula em um cenário propício e convidativo a investigações. (CARVALHO, 2014).

Contudo, apesar das suas potencialidades como recurso pedagógico, vale mencionar que a lousa digital não é suficiente para inovar práticas pedagógicas centradas na transmissão da informação, em que o professor informa, e os alunos reproduzem a informação. O professor pode, mesmo utilizando essa e outras tecnologias digitais, desenvolver aulas muito parecidas com as que acontecem em ambientes sem esses recursos, sem inovações e sem alunos ativos em seus processos de aprendizagem. Para nós, as aulas são inovadoras quando o aluno é mobilizado a ser sujeito ativo da aula;

quando ele propõe, discute e confirma as suas conjecturas ao usar tecnologias digitais e não apenas reproduz informações e comandos dados pelo professor.

Nesse sentido, nos propusemos a analisar neste artigo, com base nos estudos de Papert (2008) e Valente (2005), uma aula de Matemática em que foi usado a lousa digital e um software de matemática em uma abordagem instrucionista, dialogando sobre possibilidades de inovação, de ações em uma abordagem construcionista. A proposta, com o estudo apresentado neste artigo, é avançar em relação às pesquisas sobre os desafios de propor e desenvolver aulas, em uma abordagem construcionista com uso de tecnologias digitais, em especial, com uso da lousa digital.

Nas seções que seguem, serão apresentados: a metodologia da pesquisa, a análise com resultados do estudo realizado, e por fim, algumas considerações finais sobre a pesquisa.

Metodologia da pesquisa

A pesquisa se caracterizou como uma investigação qualitativa, seguindo os critérios propostos por Bogdan e Biklen (1994). Para alcançar o objetivo proposto, primeiramente foram aprofundados estudos sobre o referencial teórico da pesquisa, em especial, sobre a abordagem construcionista no uso de computadores, para a realização da análise de dados.

Quanto aos dados analisados neste estudo, eles foram produzidos durante uma pesquisa de mestrado (CARVALHO, 2014). Nessa pesquisa foi investigado o uso da lousa digital por professores de Matemática ao participarem de uma formação continuada em serviço, para o uso dessa tecnologia. A ação de formação aconteceu a partir da constituição de um grupo de estudos que, ao longo de um ano, teve encontros periódicos nos quais se discutiam possibilidades para o uso da lousa digital nas aulas de Matemática, em uma abordagem construcionista. Durante o processo de formação, alguns professores planejaram e realizaram aulas com seus alunos, usando essa tecnologia. O planejamento e resultados do desenvolvimento dessas aulas foram foco de estudos de alguns encontros.

Os encontros com esses professores foram realizados no local de trabalho dos professores, em um horário de planejamento previsto pela escola. Participaram dessa formação cinco professores de Matemática de uma escola pública de Educação Básica de

Campo Grande-MS, que aderiram à proposta. Os dados dessa pesquisa de mestrado foram produzidos ao longo dos encontros, por meio de gravações de áudio. Além dos encontros, foram observadas, pelos pesquisadores, algumas aulas dos professores, cujos diálogos foram gravados em áudio e transcritos para a realização da análise.

Nesse artigo, optamos por analisar uma das aulas observadas durante a pesquisa de mestrado. Essa aula foi selecionada após a leitura das transcrições de áudios de aulas observadas, por apresentar características de uma abordagem instrucionista, e, portanto, atendia ao objetivo do estudo, cujos resultados apresentamos neste texto: analisar uma aula de matemática em que se fez uso da lousa digital em uma abordagem instrucionista, dialogando sobre possibilidades de se propor ações em uma abordagem construcionista.

Cabe mencionar, que não é nosso objetivo com este estudo analisar a proposta de formação de professores, como o foi da pesquisa de mestrado mencionada.

A partir da escolha da aula a ser analisada e da realização de estudo do referencial teórico, foi realizada a análise dos dados, identificando, ao longo da transcrição da aula (tarefas propostas pelo professor, falas, diálogo realizados na aula), características da abordagem instrucionista. Ao identificar essas características, apontamos possibilidades, orientadas pelo referencial teórico, de diferentes ações que poderiam ser desenvolvidas se a abordagem do professor fosse construcionista.

A seguir, apresentamos brevemente o referencial teórico da pesquisa para então apresentar algumas discussões e resultados da pesquisa realizada.

Abordagem construcionista no uso de tecnologias digitais em sala de aula: o caminho teórico

A análise da aula com uso de tecnologias digitais, em especial a lousa digital, no estudo realizado, é orientada pelos estudos de Papert (2008) e Valente (2005). Segundo esses autores, o uso de tecnologias digitais pode ser pensado a partir de duas abordagens distintas, a abordagem instrucionista e a abordagem construcionista. Cada uma dessas abordagens associa-se à uma concepção distinta de aprendizagem.

O instrucionismo, segundo Papert (2008, p. 134), é pautado na crença de que “[...] o caminho para uma melhor aprendizagem deve ser o aperfeiçoamento da instrução”. Nesta abordagem, a tecnologia digital é considerada um meio para agilizar e facilitar a

transmissão de informações, realizada pelo professor, que nessa abordagem é o detentor do saber. No caso da lousa digital, observamos essa abordagem em aulas cujo objetivo é de tornar o ensino mais atrativo e dinâmico, como ações mencionadas nos estudos de Nakashima e Amaral (2007,2009).

Na abordagem instrucionista o papel do aluno é reproduzir comandos/instruções dadas pelo professor, ou observá-las na tela de um computador. Nessa abordagem, considera-se que o computador ensina, informa, assim como o professor.

Por outro lado, na abordagem construcionista, a lousa digital, por exemplo, assim como outras tecnologias digitais podem oportunizar que o aluno seja ativo, sujeito de seu processo de aprendizagem. Nas palavras de Papert (2008), é preciso que o aluno coloque a “mão na massa” para construir conhecimento. Nesse sentido, teríamos inovações na aula em relação às aulas em abordagem instrucionista, pois as informações não são fornecidas pelo professor ou computador, mas conhecimentos são produzidos pelo aluno em interação com o computador, o professor e colegas.

Por isso, defendemos o uso das tecnologias digitais na escola a partir de uma abordagem construcionista, na qual as tecnologias (em nosso estudo, manipulado a partir da lousa digital) favoreçam processos de construção do conhecimento, possibilitando aos alunos a oportunidade de usarem diferentes estratégias para resolverem problemas. Nessa abordagem, o professor irá valorizar a construção de conhecimento, e não a transmissão de informações. A abordagem construcionista é orientada pela teoria construtivista proposta por Jean Piaget, em que se considera o conhecimento algo a ser construído pelo sujeito, sendo a interação sujeito-objeto, segundo Valente (2005), a fonte deste processo de construção.

Para Papert (2008), na abordagem construcionista, o objetivo é criar um ambiente desafiador — usando computadores —, capaz de favorecer processos de construção do conhecimento. Não se trata de usar o computador como máquina de ensinar, mas como recurso para potencializar o processo de aprendizagem do aluno. Nesse sentido, Papert (2008) desenvolveu a linguagem de programação *Logo*, como alternativa para a criação de um ambiente informatizado que favorecesse a abordagem construcionista. Porém, essa abordagem não se restringe ao uso dessa linguagem.

Para Valente (2005), o aprendiz em interação com o computador, em uma abordagem construcionista, vivencia um Ciclo de Ações, são elas: *Descrição* – *Execução* – *Reflexão* – *Depuração*. A visualização desse ciclo pode ser observada na Figura 1.

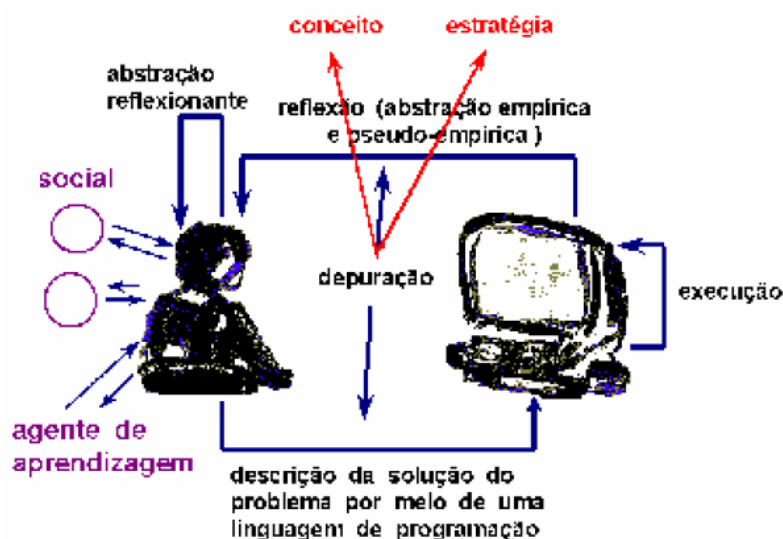


Figura 1. Ciclo de ações na interação aprendiz-computador
Fonte: Valente (2005, p.66)

Neste ciclo, a ação de *descrição* é realizada quando o aprendiz age na tentativa de explicitar, com uso de comandos ou procedimentos do software, uma possível solução para o problema proposto. Na ação de *execução*, o computador executa fielmente o que o aprendiz descreveu e retorna-lhe um resultado em tela. A partir de tal resultado, o aprendiz *reflete* sobre o que visualiza na tela, caracterizando a ação de *reflexão*. A partir da ação de *reflexão*, caso o resultado não seja o esperado pelo aprendiz, esse realiza a *depuración* da descrição realizada e apresenta uma nova estratégia ou conceito, realizando uma nova descrição, e iniciando um novo ciclo de ações.

Segundo Valente (2005), as ações que mais contribuem para a construção do conhecimento são as ações de *reflexão* e de *depuración*. A primeira, pelo fato de possibilitar que o aprendiz vivencie abstrações, extraindo informações, deduzindo conhecimentos de sua ação ou do objeto, e refletindo sobre suas certezas. Já a *depuración*, por possibilitar a assimilação das informações pelas estruturas mentais, transformando-as em novos conhecimentos.

Nesse processo, o erro é uma oportunidade de aprendizagem, uma vez que são criadas possibilidades de buscar novas informações e estratégias para repará-lo e,

novamente, tentar atingir o resultado que se espera. Portanto, a cada ciclo completado, mesmo não atingindo o resultado desejado, o conhecimento do aluno não será o mesmo de quando o ciclo foi iniciado; esse movimento se constitui de uma espiral de aprendizagem, a partir da melhoria, da abertura do ciclo. Segundo Valente (2005, p.66):

A cada ciclo completado, as ideias do aprendiz deveriam estar em um patamar superior do ponto de vista conceitual. Mesmo errando e não atingindo um resultado de sucesso, o aprendiz deveria estar obtendo informações que são úteis na construção de conhecimento. Na verdade, terminado um ciclo, o pensamento não deveria ser exatamente igual ao que se encontrava no início da realização deste ciclo. Assim, a ideia mais adequada para explicar o processo mental dessa aprendizagem, era a de uma espiral.

No processo de construção do conhecimento em uma abordagem construcionista, é a ativação do ciclo que alimenta o crescimento da espiral. Deste modo, segundo Almeida e Valente (2011), na interação com o computador, o aluno estabelece um diálogo com o próprio pensamento, gerando uma espiral crescente de aprendizagem baseada nas ações do ciclo, que leva a novas construções concretas.

A seguir, analisamos uma aula de matemática desenvolvida por um professor participante da pesquisa, em que o mesmo tinha por objetivo usar a lousa digital com um software, na tentativa de vivenciar a abordagem construcionista com seus alunos. O que observaremos é que a aula tem características de abordagem instrucionista, e dialogaremos sobre possibilidades de ações, em cada momento de aula, em uma abordagem construcionista.

Abordagens no uso da lousa digital em uma aula de Matemática: discussões de dados e alguns resultados

A aula de matemática que analisamos teve a duração de 100 minutos. Nessa aula, o professor explorou um estudo sobre função afim, em uma turma do 1º ano do Ensino Médio, utilizando a lousa digital e o software gráfico *Winplot*¹. O planejamento de aula apresentado pelo professor foi o seguinte:

Eixo: Álgebra e Funções

Objeto do conhecimento: Função Afim

¹ É um software usado para gerar gráficos de 2D e 3D a partir de funções ou equações matemáticas. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=exe&cod=_winplot.

Procedimentos

Relembrar definições relacionadas às funções, vistas no 1º bimestre;
Resolver situação problema modelado por função afim;
Definir e mostrar os subtipos de função afim;
Construir gráfico de funções afim;

Recursos

Lousa digital;
Winplot.

Ao analisar o planejamento encaminhado pelo professor para o grupo de estudos, podemos tecer algumas considerações. No planejamento não foi apresentado objetivo de aprendizagem, nem metodologia prevendo atividades e possíveis ações dos alunos. O professor, em seu planejamento de aula, apresentou o objeto de estudo e os recursos que seriam utilizados, além de mencionar alguns procedimentos de aula, que dão indícios de que serão realizados pelo professor: relembrar definições, resolver problemas e mostrar os tipos de função afim. Trata-se de uma proposta de aula que parece que será centrada, principalmente, nas ações do professor, sem explicitar possíveis procedimentos que poderiam colocar os alunos em ação, interagindo entre si e com a lousa digital. Portanto, com características de uma proposta em abordagem instrucionista. Mas, o currículo em ação durante a aula, pode suscitar movimentos que não foram previstos pelo professor no planejamento.

A análise do planejamento foi realizada para observar como é perceptível neste professor, e em outros professores do grupo de estudos, a presença da abordagem instrucionista em propostas de uso da tecnologia digital em aula de matemática. Isso pode ser decorrente de uma prática pedagógica sempre centrada nas ações do professor, em que se acredita que o aluno apenas reproduz as informações apresentadas/ensinadas pelo professor, e dessa forma aprende. Essas questões foram foco de reflexões nos encontros com o grupo de professores dessa escola em que foi realizada a pesquisa; tanto a partir das práticas realizadas pelos professores quanto pelas práticas que realizamos com os professores nos encontros. O que discutimos era a importância, para a aprendizagem do aluno, de práticas em que o aluno é posto em ação para resolver situações, conjecturar, comprovar, usando tecnologias digitais, sem antes receber informações do professor, mas sendo desafiado constantemente por ele.

É importante mencionar ainda que os procedimentos planejados para a aula poderiam ser realizados sem o uso da lousa digital ou software. E então questionamos, que

elementos inovadores poderão surgir, para o processo de aprendizagem dos alunos, na aula planejada com uso dessas tecnologias digitais? Quais serão as ações dos alunos, cuja tecnologia fará a diferença em suas produções? Essas questões orientam a análise da abordagem no uso da lousa digital no desenvolvimento da aula.

A seguir apresentamos e analisamos algumas ações desenvolvidas na aula, a partir do planejamento apresentado. Os dados, como mencionado anteriormente, foram obtidos das transcrições do áudio da aula gravada.

O professor iniciou a aula com a apresentação de uma situação-problema, usando a lousa digital para projetá-lo. A situação apresentada foi a seguinte:

A água potável utilizada em propriedades rurais, de modo geral, é retirada de poços com o auxílio de uma bomba d'água elétrica. Em certo sítio, para abastecer o reservatório de água é utilizada uma bomba com capacidade para bombear 15 L/min. Esta bomba é ligada automaticamente quando o reservatório está com 250 L de água e desligada ao encher. Representando por y a quantidade de água no reservatório enquanto a bomba permanece ligada e por x , o tempo em minutos, escrevamos uma fórmula que permite calcular a quantidade de água em função do tempo e façamos a representação gráfica.

Após a exposição do problema, o professor fez algumas perguntas aos alunos, como se pode observar no diálogo ocorrido na aula, que apresentamos a seguir.

Professor: Nesta situação foi dito para vocês utilizarem quais variáveis?

Aluno 1: 'x' e 'y'.

Professor: O que a variável 'y' vai representar?

Aluno 1: A quantidade de litros no reservatório.

Professor: E a variável 'x'?

Aluno 2: O tempo.

Observamos que os questionamentos feitos pelo professor aos alunos, pouco possibilitaram que, os alunos refletissem por mais tempo sobre a situação proposta, apresentando conjecturas iniciais sobre a resolução do problema, e que pudessem, por exemplo, ser testadas no software. Esse poderia ser um encaminhamento em uma abordagem construcionista. As questões feitas pelo professor foram perguntas para verificar se os alunos haviam identificado informações básicas apresentadas no enunciado do problema: as variáveis e o que representam.

Após realizar essas perguntas, o professor passou a questionar os alunos sobre a lei de formação da função, como podemos observar a seguir:

Professor: Qual seria então a função que descreveria a quantidade de água no reservatório, lembrando que foi dito que a bomba tem capacidade de colocar no reservatório 15 litros por minuto?

Aluno 2: 'y=15x'

Professor: Será que é realmente 'y=15x'?

Aluno 1: Não. Tem que somar 250.

*Professor: Tem que somar 250. **Por que eu tenho que somar 250? Porque essa quantidade já existe na caixa d'água.** Se eu afirmar que essa [apontando para o registro no quadro: $y=15x$] é a função correta, **qual será a quantidade de água que eu terei no tempo zero? [na função $y=15x$] É zero, não é? E não é isso que acontece! Então vai ser ' $y=15x+250$ ',** porque o reservatório já possuía 250 litros. (Grifos dos autores).*

Esse diálogo evidencia que as ações do professor estão orientadas pela abordagem instrucionista, pautada na transmissão de informação, apesar de iniciar a aula levantando questões que oportunizaram que os alunos agissem, como no caso das respostas dos alunos 1 e 2. Mas, qual o tempo dado para que esses alunos confirmassem suas conjecturas, ou os demais, em interação com o software, por exemplo? Ou que nossas conjecturas fossem apresentadas?

Na sequência do diálogo, podemos observar nas perguntas realizadas pelo professor em destaque, que ele questionava e em seguida respondia, sem dar tempo para os alunos agirem sobre as questões, levantarem suas certezas e dúvidas sobre a mesma. Ou seja, o professor, em uma abordagem instrucionista, respondeu questões que formulou, não oportunizando que o aluno agisse sobre a situação que estava sendo explorada, que questionasse, testasse suas certezas em interação com o computador.

É importante mencionar que não há nada de errado nesta ação do professor, a nossa análise é no sentido de refletir sobre a prática pedagógica do professor e sua abordagem no uso de tecnologias digitais, apontando possíveis inovações, que alterem práticas orientadas pela transmissão da informação. Até esse momento da aula, observamos uma prática em que o professor usou a lousa digital apenas para expor o problema a ser estudado, o que poderia ser feito sem essa tecnologia, e, o diálogo estabelecido com os alunos foi ainda bastante focada nas informações que ele iria transmitir, sem que eles colocassem a “mão na massa” para analisar, conjecturar e simular...

Uma possibilidade na abordagem construcionista seria o professor propor que os alunos, individualmente, em grande grupo, ou em pequenos grupos, estudassem a situação proposta, apresentando equações, realizando simulações, usando o software winplot, apresentando e discutindo possíveis soluções ao problema proposto. As conjecturas levantadas por cada aluno ou grupo teriam de ser apresentadas e defendidas,

em diálogo com todos os alunos da turma, e com o professor, usando a lousa digital. Juntos, alunos e professor, sob a orientação do professor, teriam de apontar possíveis soluções ao problema levantado, articulando com conceitos a serem estudados na disciplina sobre funções, e/ou outros que poderiam surgir na realização deste estudo. As respostas seriam construídas e (re)construídas pelos alunos ao vivenciarem o ciclo de ações, e não pelo professor.

Após explorar a lei de formação da função, o professor explorou a representação gráfica da função, projetando na Lousa (por meio de slides) a imagem do gráfico da função, sem oportunizar a simulação da representação gráfica pelos alunos, interagindo com o software e lousa digital. Na Figura 2 temos o gráfico apresentado pelo professor.

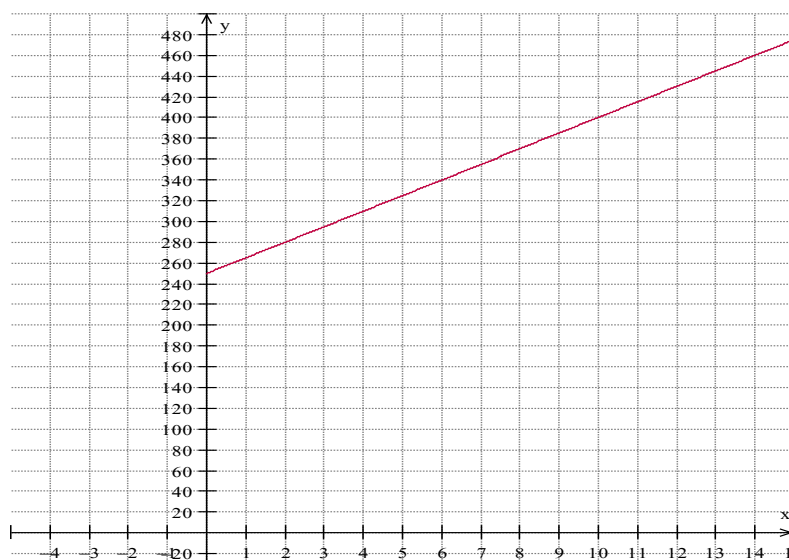


Figura 2. Gráfico apresentado pelo professor na lousa digital
Fonte: Dados da pesquisa

A partir da representação gráfica, o professor iniciou um novo diálogo com os alunos, conforme segue:

Professor: Se eu construir o gráfico da função vai ficar assim, no tempo zero eu tenho 250 litros, não é? E no tempo um minuto?

Aluno 1: 265.

Professor: Isso. E assim por diante!

Neste diálogo, o professor não questionou como o Aluno 1 concluiu que a resposta seria 265, e nem questionou os demais sobre suas hipóteses. Na frase “assim por diante!”, o professor dá indícios de que, para ele, todos os alunos compreenderam como se obtém a representação gráfica da função em estudo. Mas, podemos questionar? Como saber se

os alunos compreenderam, se eles nada afirmaram, questionaram; se não foram ativos neste estudo? Uma possibilidade na abordagem construcionista, seria o professor propor que os alunos tentassem plotar o gráfico da função, a partir da equação ou não, e que levantassem algumas conjecturas a partir da representação em relação à quantidade de água no reservatório em função do tempo de bombeamento, por exemplo. O importante seria o aluno construir o seu conhecimento, por a “mão na massa”, sem ter apenas a função de observar as ações do professor.

Cabe mencionar ainda, que o professor nada comentou sobre o fato da representação gráfica não considerar que há um limite do reservatório, pois segundo a questão apresentada, a bomba é desligada no momento que o reservatório está cheio. Assim, a representação gráfica da função que representa esta situação não é uma semirreta, mas um segmento de reta.

Na sequência da aula, o professor falou sobre a definição de função afim e sobre os coeficientes, transmitindo novas informações, como podemos observar na fala do professor apresentada a seguir:

Professor: Muito bem, então temos a definição de função afim. Uma função escrita na forma $'ax+b'$, com $'a'$ sendo diferente de zero, é chamada função afim, também conhecida como função do primeiro grau. O coeficiente $'a'$ é chamado de coeficiente [pausa] angular. E o $'b'$, de coeficiente [pausa] linear.

Em seguida, o professor acessou o software Winplot, a partir da lousa digital, para explorar a representação gráfica de funções afim. A seguir apresentamos o início da exploração realizada pelo professor usando o software winplot, a partir da lousa digital.

Professor: Pensando no coeficiente angular, o que o termo 'angular' lembra vocês?

Aluno 1: Ângulo.

Professor: Muito bem! O coeficiente angular é o responsável pelo ângulo de inclinação do gráfico. É ele que vai determinar se o gráfico estará mais ou menos inclinado.

O professor apresentou aos alunos o conceito de coeficiente angular como o ‘responsável pelo ângulo de inclinação do gráfico’. Porém, pouco explorou o fato de o coeficiente angular ser um número que corresponde à tangente do ângulo formado, no sentido anti-horário, entre o eixo x do plano cartesiano, e a reta que representa graficamente a função do primeiro grau.

Em seguida, o professor discutiu com os alunos o conceito de coeficiente linear e, a partir de sua fala, ficam novamente evidentes características da abordagem instrucionista, na qual o aluno se mantém como receptor de informações, sem propor, conjecturar, agir com o uso do software, que é manipulado apenas pelo professor. A seguir, apresentamos a fala e representação gráfica realizada pelo professor, e o diálogo com os alunos.

Professor: Até o ano passado, ou mesmo no começo desse ano, qual era o procedimento que vocês utilizavam para construir o gráfico? Vocês atribuíam valores aleatórios para 'x', substituíam e encontravam os valores para 'y'. Se eu quiser, por exemplo, construir o gráfico da função $3x-1$, eu posso fazer isso usando apenas dois pontos. Observem o gráfico (ele plota o gráfico da Figura 3). O gráfico corta o eixo X?

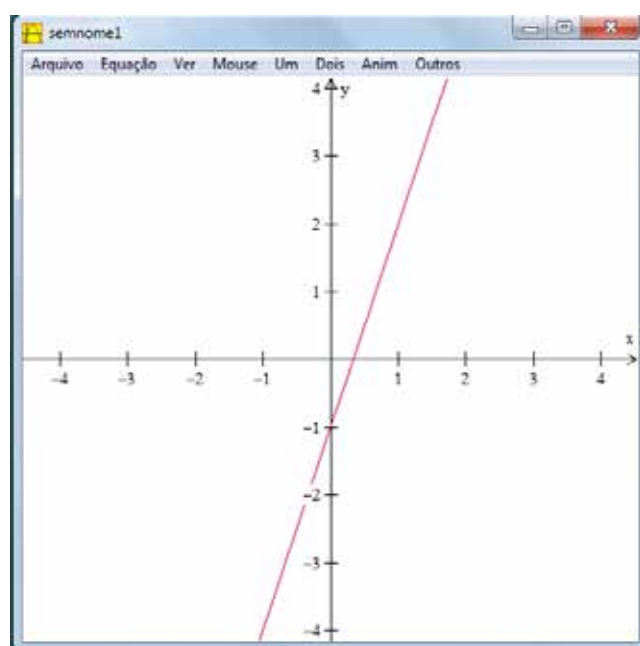


Figura 3 – Representação gráfica da função $y=3x-1$ obtida no software pelo professor
Fonte: Dados da pesquisa

Alunos: Sim!

Professor: E esse ponto onde o gráfico corta o eixo X é chamado de [pausa] zero da função. Então este valor de 'x' aqui [apontando para o ponto de interseção] é o zero da função. **E quanto ele vale?** [pausa] 'Um terço'. Então o zero da função vale $1/3$. **O gráfico intercepta também o eixo Y? Em qual valor?**

Alunos: '-1'.

Professor: No valor '-1'. Nós observamos então que nesta função [$3x-1$], o gráfico corta os eixos nesses valores [o professor indicou os números $1/3$ e -1]. Será que eu posso fazer algum comentário sobre esses valores olhando para a função?

Aluno 2: Y é igual ao coeficiente linear.

Professor: O ponto onde o gráfico intercepta o eixo Y foi igual ao coeficiente linear. Muito bem! Será que isso é sempre verdade? Digam alguma outra função para plotarmos o gráfico e verificar. [os alunos sugeriram plotar o gráfico da função $y=2x+1$, e o professor plota]. Então podemos verificar que sim. É sempre igual ao coeficiente linear. **E o eixo X, em qual valor o gráfico interceptou o eixo X nesta função [$2x+1$]?**

Aluno 1: '-1/2'.

Professor: Isso. Então quando vocês forem construir o gráfico de uma função do primeiro grau, vocês não precisam mais construir a tabela, escolher valores para x e assim por diante. Basta vocês saberem as interseções com os eixos. Com o Y já vimos que é o valor do coeficiente linear. E do X? [pausa] Vai ser o zero da função. Ou seja, o valor de 'x' que faz com que 'y' seja igual a zero. (Grifos dos autores)

As ações do professor continuaram evidenciando características da abordagem instrucionista, apesar de ele tentar iniciar um diálogo com os alunos, a maioria das questões propostas, são perguntas com uma única resposta, como as grifadas no diálogo anterior, que não oportunizam a ação de conjecturar, propor descrições no software, refletir, depurar, ações do ciclo de ações em uma abordagem construcionista. E, algumas das perguntas são respondidas pelo professor, imediatamente após realizá-las.

Quanto ao conteúdo explorado nas representações gráficas das funções, ele deixou de discutir a implicação do conjunto domínio da função na representação gráfica, considerando que sempre foi usado o domínio como sendo o conjunto dos números reais, ao usar esse software.

Outra característica da abordagem instrucionista presente nas ações do professor, é que ele não oportunizou que os alunos fossem à lousa digital para plotar funções a partir de suas conjecturas, também não oportunizou o diálogo e a interação entre os alunos. Tal abordagem não possibilita que os alunos façam suas descrições no computador, no caso, usando a lousa digital, sobre os questionamentos do professor e, portanto, vivenciem as ações do ciclo de ações, proposto por Valente (2005). Desta forma, nessa aula, os alunos pouco colocaram a “mão na massa” para realizar as tarefas, ficando pouco evidente o que cada um deles compreendeu das informações transmitidas.

Uma possibilidade de o aluno concluir que é possível esboçar um gráfico de uma função do 1º grau, identificando o zero da função e o coeficiente linear (conclusão apresentada pelo professor ao final do diálogo, a partir de apenas duas representações gráficas), entre outras conclusões, seria uma proposta na abordagem construcionista. Neste caso, o poderia lançar a proposta aos alunos: como podemos obter a representação gráfica de uma função do 1º grau, a partir de sua equação? Quais as possibilidades? Os alunos poderiam levantar e testar várias hipóteses, plotando o gráfico das funções, por exemplo. Mesmo que na sala tivesse apenas um computador acoplado à lousa digital, em conjunto, coordenados pelo professor, se poderia explorar várias hipóteses, os alunos indo à Lousa, fazendo suas representações, justificando e dialogando com o grupo. Assim, poderiam vivenciar um ciclo de ações coletivo² em interação com o software e a lousa digital.

² Mais informações sobre o movimento deste ciclo, você encontra em Carvalho (2019).

O professor continuou a aula, sugerindo a realização de duas tarefas, em que os alunos deveriam escrever a equação que representava a situação dada, e plotar o gráfico da função. No entanto, as tarefas foram resolvidas pelo professor, na lousa digital, sem dar oportunidade aos alunos de realizarem suas descrições e, assim, darem início às ações do ciclo de ações.

Após a realização das tarefas, o professor iniciou um estudo sobre crescimento e decrescimento de funções, conforme apresentado a seguir.

Professor: Lá nas funções que nós vimos, quando é que vocês classificavam a função como crescente? Qual era a característica das funções crescentes? [pausa] Quanto maior estava sendo o valor de 'x', maiores ficavam os valores de 'y'. E quando é que vocês diziam que a função era decrescente? Quanto maior os valores de 'x', menores ficavam os valores de 'y'. A função do primeiro grau então pode ser crescente ou decrescente. Nós observamos apenas o coeficiente angular, ou seja, o valor de 'a'. Se o coeficiente angular for maior que zero a função será crescente. Se for menos que zero, decrescente.

Novamente o professor respondeu aos seus próprios questionamentos. Na sequência da aula, o professor escreveu no quadro algumas funções e solicitou que os alunos dissessem se eram funções crescentes ou decrescentes, ao observarem o coeficiente angular das mesmas. Nessa tarefa o aluno é solicitado a reproduzir a informação recebida, de maneira pontual, observando um dado, o coeficiente linear, na equação da função. Mas, como ele pode conjecturar a partir do uso do software sobre o crescimento e decrescimento da função? Uma possibilidade, em uma abordagem construcionista seria sugerir que os alunos plotassem gráficos de funções buscando regularidades para determinados tipos de função, dialogando sobre o que ocorre quando as funções do 1º grau são crescentes ou decrescentes. Eles poderiam concluir, plotando funções, e nesse caso, a tecnologia digital faria a diferença na aula, pois se poderia plotar várias funções na busca de regularidades, por exemplo.

Na sequência da aula, o professor abordou o estudo do sinal da função:

*Professor: Estudo do sinal da função. Quando eu olho para o gráfico de uma função, onde que eu afirmo que ela é maior que zero? [pausa] **Na região em que seu gráfico está acima do eixo X.** Onde ela é igual a zero? [pausa] **Quando o gráfico está sobre o eixo X. E ela é menor que zero então na região em que o gráfico está abaixo do eixo X.** Muito bem! Então para que vocês possam estudar o sinal da função, vocês podem **seguir estes passos aqui [escreve os passos na lousa].** Primeiro, encontrar o zero da função. Depois, verificar o crescimento da função. Eu vejo se ela vai ser crescente, ou seja, $a > 0$, ou se ela vai ser decrescente, $a < 0$. E por último eu faço o esboço do gráfico da função para estudar o seu sinal.*

Nesta passagem, o professor pode induzir o aluno ao erro na compreensão de conceitos relacionados ao sinal da função. Por exemplo, em uma função afim, definida no conjunto dos números reais, $f(x) > 0$ para os valores reais de x maiores que a raiz da função, no caso de uma função crescente, ou, menores que a raiz da função, no caso de uma função decrescente, o que não é explorado pelo professor. O professor afirmou que $f(x) > 0$ na região do gráfico que está acima do eixo X , mas o sinal da função não está relacionado com região, apenas com ordenadas dos pontos da reta que representa graficamente a função afim, e suas respectivas abscissas.

Outro exemplo de uso inadequado de linguagem está na afirmação de que a função é igual a zero quando o gráfico está sobre o eixo X . No entanto, se tivermos uma representação gráfica (como no caso da função do 1º grau, uma reta), sobre o eixo X , teremos a representação de uma função constante, a $f(x) = 0$. O que faltou explicitar de forma clara é que o zero da função é o valor de x para o qual $y = 0$, e que podemos identificar este valor de x na representação gráfica da função, ao localizar o ponto comum entre a reta (função com domínio nos números reais) e o eixo x . Nesse ponto, a ordenada tem valor zero e a abscissa é, portanto, o zero da função.

Nesta parte da aula, as ações do professor ainda evidenciaram características de uma abordagem instrucionista no uso da lousa digital. Os alunos continuaram como receptores de informação, e o professor, ao fornecer um modelo de resolução da tarefa passo a passo, não oportunizou que os alunos conjecturassem, concluíssem, apenas que memorizassem e reproduzissem a informação transmitida. O professor resolveu junto com os alunos as duas tarefas propostas, seguindo os passos apresentados anteriormente por ele, sem que eles pudessem “colocar a mão na massa”.

Após a resolução das tarefas, no tempo restante da aula, o professor solicitou que os alunos abrissem seus livros e resolvessem algumas tarefas, de modo a repetir procedimentos explorados anteriormente na aula.

A análise da aula do professor, como explicitado ao longo do texto, nos possibilitou identificar características da abordagem instrucionista em sua prática pedagógica, tais como: o professor não incentivou a fala dos alunos, e também não oportunizou momentos em que os alunos pudessem representar suas ideias, refletir sobre elas, conjecturando a partir de várias simulações de gráficos, e vivenciando as ações do ciclo de ações. Eles também não puderam usar o software e lousa digital, usados apenas pelo professor.

Quanto ao uso da lousa digital, foi usada apenas pelo professor para apresentar as situações exploradas e realizar a representação gráfica de funções a partir de um software. Poucas foram as mudanças observadas na aula, com uso de tecnologia digital, talvez possamos mencionar que a informação foi mais precisa ao se apresentar as representações gráficas com uso do software, mas em relação às ações dos alunos, não observamos alterações em relação a outras aulas, sem uso de tecnologias digitais, orientadas pela transmissão da informação.

Nesse sentido, podemos afirmar que nessa aula, a lousa digital estava apenas inserida na prática do professor, não contribuindo para mudanças na prática pedagógica e no processo de aprendizagem dos alunos, em uma abordagem em que os alunos são ativos, colocam a “mão na massa”, usando a tecnologia digital para construir conhecimentos, no caso, matemáticos.

Esta prática pedagógica evidencia que tecnologias digitais usadas em uma abordagem instrucionista reforçam o currículo focado no professor como único detentor do saber, cabendo a ele transmitir as informações aos alunos, sem possibilitar a reconstrução de sua prática pedagógica, e do currículo, de modo a oportunizar aprendizagens em que o aluno é ativo em todo o processo, construindo conhecimentos.

Durante a aula do professor não foi possível identificar momentos que oportunizassem a ativação do ciclo de ações, proposto por Valente (2005), ou seja, momentos em que os alunos representassem suas ideias e refletissem sobre elas a partir do uso do software e lousa digital. Isso porque não identificamos características da abordagem construcionista.

O que se pode concluir a partir da análise dessa aula, é que se torna cada vez mais importante a formação continuada do professor para uso de tecnologias digitais em sala de aula, para observarmos mudanças nas abordagens de uso de tecnologias no espaço da escola. O professor precisa (re)construir conceitos da área específica com uso de tecnologias digitais; construir conhecimentos sobre como planejar, desenvolver e avaliar aulas com o uso de tecnologias digitais, com foco na construção do conhecimento dos alunos; desenvolver aulas que sejam pensadas a partir da ação do aluno sobre o objeto em estudo, interagindo com a tecnologia digital, em uma abordagem construcionista, que oportunize que o aluno coloque a “mão na massa” para produzir conhecimentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Lousa Digital, e também outras tecnologias digitais, podem ser inseridas em sala de aula, sem que com isso haja mudanças na prática pedagógica do professor e no processo de aprendizagem do aluno, no currículo escolar. Isso pode ser observado, em especial, quando as tecnologias digitais são usadas em uma abordagem instrucionista, como a aula apresentada e analisada neste artigo.

O que temos investigado (CARVALHO, 2019), é que o uso da Lousa Digital nas aulas de Matemática pode favorecer processos de aprendizagem dos alunos, em que todos são mobilizados a conjecturar, agir mentalmente sobre as ações dos outros, explicitando ações sobre o objeto em estudo, manipulando a Lousa para depurar as ações, e realizarem produções coletivas. Esse é um caminho possível para a integração da Lousa Digital às aulas de matemática, ao currículo escolar, provocando inovações nas práticas pedagógicas dos professores.

Como resultado do estudo apresentado, se evidencia a dificuldade do professor em superar a abordagem instrucionista em uma aula com uso da Lousa Digital, pois apesar de tentar propor questões aos alunos, forneceu respostas sem oportunizar que os alunos as encontrassem. Os alunos não tiveram a oportunidade de ser ativos, proporem questões, ou conjecturarem a partir das situações propostas em aula. No entanto, isso seria possível em uma mudança na abordagem do professor, nesse sentido, foram indicadas algumas ações que poderiam ter sido propostas em aula, com a possibilidade de se vivenciar a abordagem construcionista, ativar o ciclo de ações, observando alunos interagirem com a Lousa Digital e com software winplot, com o objeto em estudo – funções-, e interagirem entre eles.

Podemos concluir ainda que, apesar de tecnologias digitais estarem cada vez mais presentes nas diferentes ações realizadas na sociedade, no espaço das escolas, questões relativas ao seu uso e integração ao currículo ainda são muito desafiadoras e demandam muitas investigações. Afinal, integrar as tecnologias digitais ao currículo escolar, de forma a oportunizar que o aluno seja ativo em sua aprendizagem, agindo com e sobre as tecnologias digitais, requer do professor muito mais do que o conhecimento do uso de tecnologias; requer investimento em formação continuada que favoreça a construção de conhecimentos tecnológicos e pedagógicos dos conteúdos específicos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini; VALENTE, José Armando. **Tecnologias e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes?** São Paulo: Paulus, 2011.

BITTAR, Marilena. A Escolha do Software Educacional e a Proposta Didática do Professor: estudo de alguns exemplos em matemática. In: Willian Beline; Nielce Meneguelo Lobo da Costa. (Org.). **Educação Matemática, Tecnologia e Formação de Professores: algumas reflexões**. Campo Mourão: Editora da Fecilcam, 2010, p. 215-243.

BOGDAN, R; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

CARVALHO, Sérgio Freitas. **Formação continuada em serviço e o uso da lousa digital em aulas de matemática: ações e reflexões de um grupo de professores**. 2014. 150 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2014.

CARVALHO, Sérgio Freitas. **Parangolés de Ações e Lousa Digital: Movimentos de aprendizagem em aulas de Matemática**. 2019. 176 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2019.

NAKASHIMA, Rosária Helena; AMARAL, Sérgio Ferreira do. Práticas pedagógicas mediatizadas pela lousa digital. **Virtual Educa**, 2007. Disponível em: <http://ihm.ccadet.unam.mx/virtualeduca2007/pdf/78-RN.pdf>. Acesso em 14 abr. 2012.

NAKASHIMA, Rosária Helena; AMARAL, Sérgio Ferreira do; BARROS, Daniela Melaré. O uso pedagógico da lousa digital associado à Teoria dos Estilos de Aprendizagem. **Revista Estilos de Aprendizagem**, nº 4, 2009. Disponível em: http://www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_4/Artigos/lsr_4_articulo_12.pdf. Acesso em 14 abr. 2012.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**; tradução Sandra Costa. Ed. rev. Porto Alegre: Artmed, 2008.

VALENTE, José Armando. **A Espiral da Espiral de Aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação**. 2005. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005.

Recebido em: 20/12/2019

Parecer em: 20/02/2020

Aprovado em: 13/03/2020