Artigo Original

REVEMAT
REVISTA ELETRÔNICA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

TECNOLOGIAS DE USO COLETIVO, INTERAÇÃO E APRENDIZAGEM: REFLEXÕES A PARTIR DE UMA AULA DE MATEMÁTICA COM USO DE PROJETOR

Technologies For Collective Use, Interaction And Learning: Reflections From A Math Class Using A Projector

Sérgio Freitas de **CARVALHO**
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Nova Andradina, Brasil
sergio.carvalho@ifms.edu.br
http://orcid.org/0000-0002-4672-4720

Ana Carolina de Siqueira Ribas dos **REIS**
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Nova Andradina, Brasil
Carolribas1986@gmail.com.br
http://orcid.org/0000-0001-7374-7656

A lista completa com informações dos autores está no final do artigo

RESUMO

Esse artigo discute movimentos de aprendizagem em uma aula de matemática desenvolvida com uso de um projetor e do software GeoGebra para o estudo de gráficos de funções exponenciais. A discussão foi norteada por uma construção teórica chamada Ciclo de Ações Coletivo, baseada nas ideias de Jose Armando Valente, sobre o Ciclo de Ações, de Jaan Valsiner, sobre a Psicologia Cultural e na obra Parangolé de Hélio Oiticica. O objetivo do artigo foi investigar possibilidades de, à luz do Ciclo de Ações Coletivo, se pensar aulas de matemática com o uso de projetores, considerando ser esta uma das tecnologias mais presentes nas escolas, com vistas a fomentar a aprendizagem em aulas de matemática com uso de tecnologias digitais. Buscou-se observar se a construção teórica do Ciclo De Ações Coletivo, inicialmente pensada para o uso de Lousas Digitais, poderia também contribuir para se pensar e analisar aulas com o uso de projetores, visto que essa segunda tecnologia se distingue da primeira, basicamente, pela impossibilidade do touch screen (toque em tela). A discussão mostrou que o compartilhamento de tela por meio de um projetor pode oportunizar movimentos de aprendizagem individuais e coletivas a partir de interações entre sujeitos e destes com a tecnologia, tanto quanto no uso de Lousas Digitais. Evidenciou-se que as interações que constituem esses movimentos de aprendizagem estão mais associadas às ações do professor e à escolha do software e das atividades.

Palavras-chave: Ciclo de Ações, Aprendizagem Coletiva, Lousa Digital, Projetor

ABSTRACT

This article discusses learning movements in a mathematic class develop using a projector and the GeoGebra software for the study of exponential functions graphs. The discussion was guided by a theoretical construction called Collective Actions Cycle, based on the Jose Armando Valente ideas about the Actions Cycle, of Jaan Valsiner, about the Cultural Psychology, and on the work Parangolé by Hélio Oiticica plastic artist. The objective of the article was to investigate possibilities, in light of the Collective Actions Cycle, of thinking about mathematics classes using projectors, considering this is one of the most presente Technologies in schools, with a view to promoting learning in mathematics classes using digital Technologies. We sought to observe whether the theoretical construction of the Collective Actions Cycle, initially designed to think the digital whiteboards use, could also contribute to thinking and analyzing classes with the projectors use, given that this second technology differs from the first, basically, due to the impossibility of the touch screen. The discussion showed that the screen sharing through a projector can provide opportunities for individuals and collective learning movements from the interactions between subjects and between them and technology, as well as in the digital whiteboard use. It was evidente that the interactions that constitute these learning movements are more associated with the teacher's actions and the choice of the software and activities.

Keywords: Actions Cycle, Collective Learning, Digital Whiteboard, Projector

1 INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias (ou recursos) digitais no espaço escolar tem sido um assunto bastante presente em pesquisas no contexto da Educação Matemática. À medida que surgem novas tecnologias digitais (computadores, tablets, smartphones e outros), surgem também estudos que buscam investigar potencialidades, limitações e particularidades desses recursos para o ensino e aprendizagem de matemática na Educação Básica. Nesse contexto situa-se o trabalho de Carvalho (2019), que teve como objeto de estudo a Lousa Digital Interativa e suas particularidades, e cujos resultados norteiam as discussões do presente texto sobre aulas de matemática com projetores.

A opção por investigar o uso de projetores fundamenta-se, inicialmente, por suas características similares à Lousa Digital no que tange ao seu uso coletivo, ou seja, ambas as tecnologias pressupõem o compartilhamento de uma mesma tela entre todos os estudantes. Outro fator importante é o fato de tratar-se de uma das tecnologias digitais mais presentes nas escolas (principalmente quando comparado às Lousas Digitais). Desse modo, fundamentando-se em estudos sobre a Lousa Digital, propõem-se aqui uma discussão sobre o uso de projetores acreditando-se trazer contribuições para fomentar a aprendizagem em aulas de matemática com tecnologias digitais.

A Lousa Digital Interativa é uma tecnologia de uso coletivo e síncrono que funciona como uma grande tela de computador, o que permite aos alunos e professores trabalharem juntos (Carvalho, 2019). Embora a primeira Lousa Digital tenha sido fabricada em 1991 e não tivesse finalidades educacionais, as características e particularidades dos modelos de Lousas Digitais que foram surgindo levaram-nas a serem inseridas em ambientes educacionais (Hervás, Toledo e González, 2010).

Nesse contexto, diversas pesquisas na área da Educação Matemática passaram ter como foco essa tecnologia. Carvalho (2014), por exemplo, investigou os recursos presentes no software que acompanha a Lousa Digital e destacou potencialidades desses recursos para a exploração de conteúdos matemáticos.

Morales, Gautério e Rodrigues (2017) investigaram potencialidades do uso da Lousa Digital em aulas de matemática sob a perspectiva de alunos do oitavo ano do Ensino Fundamental. Segundo os autores, o uso dessa tecnologia permite o desenvolvimento de atividades mais dinâmicas e interativas, possibilitando mudanças positivas nos processos de aprendizagem a partir da discussão e compartilhamento de ideias.

Ribeiro, Kalinke e Santos (2017), por sua vez, analisaram alguns usos da Lousa Digital em aulas de matemática no Ensino Fundamental. Os autores buscaram identificar se a interação e interatividade, características dessa tecnologia, eram levadas em consideração na exploração de conceitos matemáticos e ressaltaram a necessidade de mais ações de formação de professores para o uso da Lousa Digital.

Pensando no contexto da aprendizagem, Nakashima e Amaral (2007) e Nakashima, Amaral e Barros (2009) destacam que a Lousa Digital é uma ferramenta tecnológica que pode favorecer a construção coletiva de conhecimentos. Incentivado por buscar compreender processos de construção coletiva de conhecimentos em aulas de matemática, oportunizados pelo uso da Lousa Digital, Carvalho (2019) se propôs a investigar movimentos de aprendizagem com o uso dessa tecnologia.

Por meio do estudo mencionado, desenvolvido com alunos do oitavo ano do Ensino Fundamental e primeiro ano do Ensino Médio de escolas públicas de Campo Grande-MS, o autor analisou processos de construção de conhecimentos que ocorriam a partir da interação entre alunos, professor/pesquisador e a Lousa Digital, e observou a importância e a influência do outro nos processos de aprendizagem vivenciados por cada aluno.

Com base nos dados do estudo em questão, Carvalho (2019) construiu uma proposta teórica para se pensar e analisar movimentos de aprendizagem em sala de aula com a Lousa Digital, denominada *Ciclo de Ações Coletivo*. Apesar de a Lousa Digital ter como característica a possibilidade de compartilhar ideias, Carvalho (2019) reforça que as interações entre indivíduos não ocorrem por si só. O professor tem papel fundamental para a vivência do *Ciclo de Ações Coletivo,* pois a escolha dos softwares ou aplicativos que serão utilizados na aula, a escolha das tarefas matemáticas e as ações do professor podem ou não favorecer diálogos, questionamentos, reflexões em sala de aula.

Apesar das potencialidades do uso da Lousa Digital em aulas de matemática, é importante ressaltar alguns pontos que limitam o uso dessa tecnologia em sala de aula. Por exemplo, a imprecisão do toque da caneta dificulta algumas construções, a perda da calibragem da tela implica em constantes perdas de tempo de aula para a recalibragem

(Carvalho, 2019). Além desses fatores é preciso pontuar ainda que várias escolas não têm Lousa Digital.

Considerando que o projetor multimídia também pode ser considerado uma "grande tela de computador", propõe-se nesse artigo discutir, à luz do *Ciclo de Ações Coletivo*, possibilidades de se pensar aulas de matemática com projetores, observando se o uso dessa tecnologia pode oportunizar movimentos de aprendizagem individuais e coletivas a partir da interação entre sujeitos e destes com a tecnologia.

A discussão proposta é realizada com base em dados produzidos em uma aula de matemática de Ensino Médio que teve como foco o estudo de gráficos de funções exponenciais no GeoGebra, com o uso de um projetor multimídia.

Inicialmente serão apresentados alguns elementos importantes do *Ciclo de Ações Coletivo* e, na sequência, será apresentada a discussão dos dados com foco no objetivo do artigo.

2 AULAS COM TECNOLOGIAS DE USO COLETIVO – ELEMENTOS TEÓRICOS

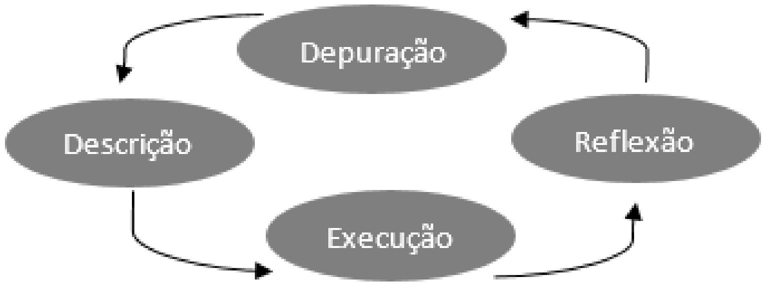
Considerando o objetivo desse artigo, propomos aqui uma discussão fundamentada por uma construção teórica realizada em Carvalho (2019), denominada *Ciclo de Ações Coletivo*, que foi proposta no referido trabalho com o objetivo de analisar movimentos de aprendizagem em aulas com uso de Lousa Digital. A seguir abordaremos alguns elementos importantes da construção do *Ciclo de Ações Coletivo* e, na sequência, faremos a discussão dos dados com o objetivo de analisar possibilidades (e desafios) de se pensar aulas de matemática com uso de projetores à luz dessa construção teórica.

O *Ciclo de Ações Coletivo* articula elementos do Ciclo de Ações Valente (2005), da Psicologia Cultural de Valsiner (2012) e da obra Parangolé, do artista plástico Hélio Oiticica.

Em seus estudos sobre o Ciclo de Ações, Valente (2005) parte das ideias construcionistas de Seymour Papert e afirma que ao construir conhecimentos a partir da interação com o computador (consideraremos aqui tecnologias digitais) o sujeito vivencia as ações que compõem o Ciclo de Ações. Trata-se das ações de *descrição*, na qual o sujeito descreve via tecnologia digital uma possível solução para o problema proposto; *execução*, em que a tecnologia retorna um resultado que é visualizado em tela; *reflexão*, ação na qual o sujeito tem a oportunidade pensar sobre o que foi retornado em tela e, caso não seja o resultado desejado, partir para a ação de *depuração*, onde reorganiza suas ideias para propor uma nova *descrição*. A Figura 1 apresenta uma adaptação feita pelos autores das ações que compõem o *Ciclo de Ações* de Valente (2005).

Figura 1

Etapas do Ciclo de Ações de José Armando Valente



Ao se pensar em uma aula com uma única tecnologia sendo compartilhada por todos (como a Lousa Digital), é importante observar que das ações propostas por Valente (2005), a *descrição* e a *execução* são comuns a todos os participantes, visto que só se leva à tela uma descrição por vez e, também, só é possível obter um único retorno da tecnologia por vez, que é visualizado por todos. As ações de *reflexão* e *depuração* por sua vez são internas e próprias de cada sujeito.

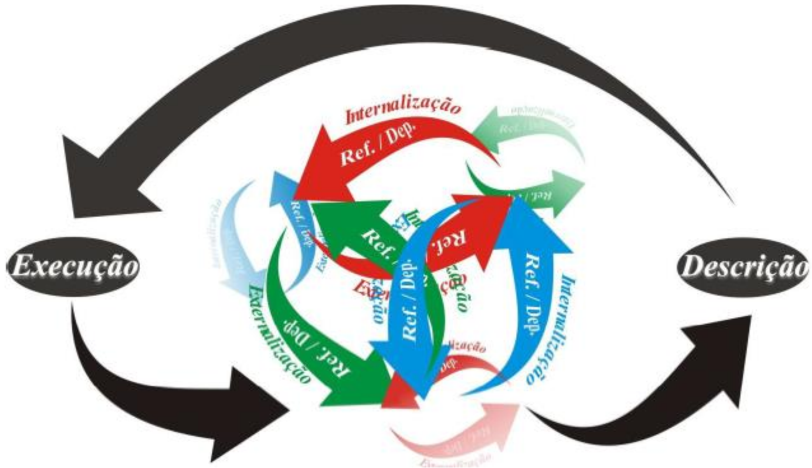
Entretanto, considerando uma tecnologia digital compartilhada por todos, antes que uma *descrição* vá para a tela podem ser anunciadas diferentes propostas de descrição, por diferentes participantes. Isso pode desencadear movimentos de interações entre sujeitos, uma vez que ao serem anunciadas uma ou mais propostas de descrição os sujeitos podem refletir sobre as mesmas e se manifestarem no sentido de concordar, discordar, complementar, até que uma única descrição, resultante desse movimento de interações, seja de fato levada à tela. Entendemos, fundamentados nos pressupostos da Psicologia Cultural (Valsiner, 2012), que esses movimentos de interação se dão por meio de internalizações e externalizações de ideias que cada sujeito vai vivenciando de forma imbricada com suas reflexões e depurações.

O mesmo pode ocorrer após a ação de *execução*, quando a partir do retorno dado pela tecnologia cada participante envolvido vivencia, a partir do que vê em tela, novas *reflexões* e *depurações*, internalizando e externalizando ideias e iniciando novos movimentos de interações.

A esses movimentos de interações que vão acontecendo de forma cíclica, contínua e articulada, por meio das internalizações e externalizações vivenciadas por cada participante, demos o nome de *Parangolés de Ações* (Carvalho, 2019), representado na Figura 2 por diferentes cores, cada uma delas associada a um participante distinto em movimentos de interação. Os *Parangolés de Ações*, juntamente com as ações de *Descrição* e *Execução,* compõem o que chamamos de *Ciclo de Ações Coletivo,* mostrado na Figura 2.

Figura 2

Ciclo de Ações Coletivo



Fonte: Carvalho (2019, p. 68)

O termo *Parangolés de Ações* é baseado na obra Parangolé do artista plástico Hélio Oiticica. A obra de Oiticica, que em Carvalho (2019) foi adotada como uma metáfora teórico-metodológica da pesquisa, foi escolhida na tentativa de representar esses movimentos de interações mediante a dinamicidade desses processos e considerando também a subjetividade de cada participante.

A proposta do artista para o Parangolé é

> [...] envolver o espectador, por meio dos sentidos, fazendo com que este interagisse com a obra, rompendo a tão bem marcada divisão entre artista e espectador, e ressignificando o próprio conceito de arte. É nesse contexto que começa a surgir, em 1964, o Parangolé, chamado pelo próprio Hélio de “antiarte por excelência”. (Carvalho, 2019, p. 166)

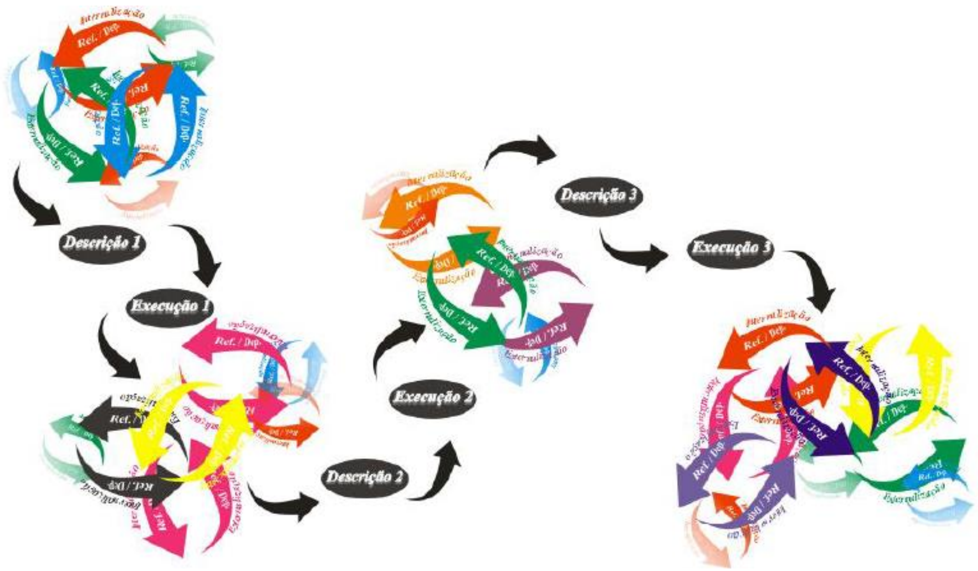
Assim, vestindo capas de tecido ou plástico, estampadas com cores, fotos, palavras, etc, o participante se movimenta criando/revelando diferentes combinações. Conforme sinaliza Cavalcanti (2002), a obra acontece, portanto, quando da ação do participante. O participante “vira” obra ao se vestir e se movimentar com as capas, o Parangolé acontece na ação. Contudo, por se tratar de pessoas, com sentimentos e emoções distintos, é a subjetividade que dá o tom desses movimentos. Cada Parangolé será único porque se constituirá na subjetividade das sensações de quem participa.

À luz da Psicologia Cultural (Valsiner, 2012), entendemos que cada sujeito é único e se reconstitui o tempo todo a partir das relações e interações que vivencia com o outro e com o meio. Nesse sentido, durante os movimentos de interações que discutimos aqui seria impossível prever quantos e quais alunos se envolveriam, se manifestariam externalizando suas ideias, uma vez que não sabemos como cada um seria afetado e influenciado pelas informações externalizadas por outros em cada interação. Assim, teremos sempre movimentos únicos, compostos por diferentes sujeitos, visto que os próprios sujeitos se modificam a cada interação.

Foi nessa perspectiva que encontramos no *Parangolé* de Oiticica uma possibilidade de representação desses movimentos. Portanto, consideramos que cada *Ciclo de Ações Coletivo* será constituído por diferentes *Parangolés de Ações*, resultantes de diferentes movimentos de interações entre diferentes participantes, ao resolverem uma tarefa utilizando uma tecnologia digital de uso compartilhado. Desse modo, utilizando cores diferentes para representar diferentes participantes, temos na Figura 3 uma tentativa de ilustrar como os *Ciclos de Ações Coletivos* vão se formando a partir dos movimentos de interação entre sujeitos e com a tecnologia.

Figura 3

Representação de Parangolés de Ações e Ciclos de Ações Coletivos



Fonte: Carvalho (2019, p. 69)

Partindo dessa articulação teórica, em Carvalho (2019) propusemos o *Ciclo de Ações Coletivo* como uma possibilidade de se pensar e analisar movimentos de aprendizagem em aulas (de matemática) com uso de Lousa Digital. Nesse artigo, nos propomos a discutir a possibilidade dessa articulação teórica contribuir, também, para se pensar aulas com o uso de projetores. Para tanto, faremos a seguir a discussão de dados produzidos em uma aula de matemática.

3 MOVIMENTOS DE APRENDIZAGEM EM UMA AULA SOBRE FUNÇÕES EXPONENCIAIS

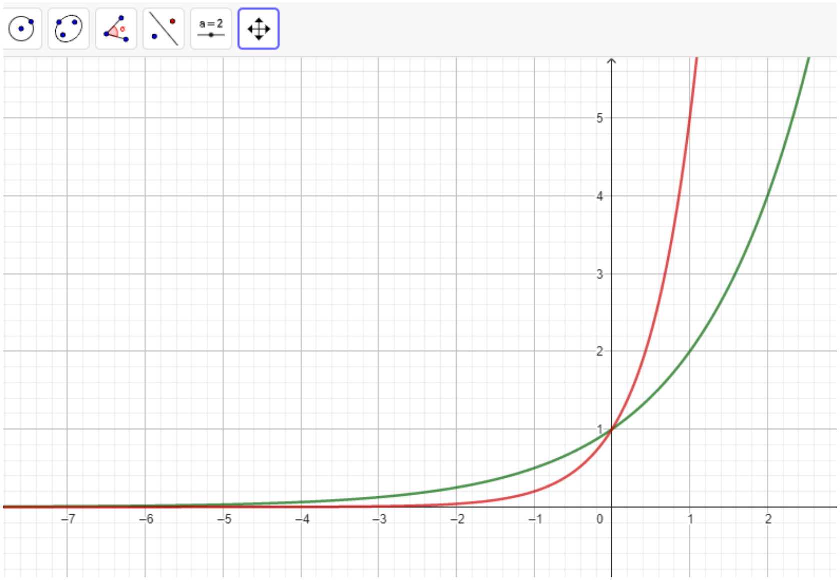
Os dados discutidos nesse artigo são referentes a uma aula de matemática sobre gráficos de funções exponenciais, desenvolvida com uma turma (36 estudantes) de primeiro ano do Ensino Médio no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul – IFMS (Campus Nova Andradina). Discutiremos aqui um recorte de alguns momentos da aula a partir da construção teórica apresentada anteriormente, buscando refletir sobre a possibilidade de se pensar aulas com projetores a partir dessa construção teórica, proposta inicialmente para o uso da Lousa Digital.

A aula em questão foi desenvolvida em sala de aula, utilizando o software GeoGebra para a exploração gráfica de diferentes funções exponenciais, juntamente com um projetor multimídia para visualização. Ou seja, os estudantes não tinham acesso ao software de maneira individual e toda a exploração das atividades propostas foi realizada de forma coletiva.

A aula iniciou com o professor sugerindo que algum estudante fosse até o computador e construísse no software os gráficos das funções $y = 2^x$ e $y = 5^x$. Um estudante fez a construção solicitada, conforme a Figura 4, e em seguida o professor iniciou alguns questionamentos.

Figura 4

Representação Gráfica no GeoGebra



Professor[1]: Que observações podemos fazer analisando a representação gráfica das duas funções?
Gustavo[2]: As duas passam no 1 (referindo-se ao ponto de interseção com o eixo y).
Professor: E o que isso significa? Quem pode ajudar?
Fernanda: Que o y é 1.
Professor: Como assim? Podemos melhorar.
Rebeca: O x é zero e o y é 1 (referindo-se ao par ordenado).
Professor: Ótimo! A Rebeca está nos dizendo que para x = 0 temos y = 1. Vejamos que isso ocorreu nas duas funções. Por que será?
Rebeca: Sempre vai acontecer, professor?
Professor: Excelente pergunta. O que vocês acham, pessoal?
Rebeca: Hum, não sei.
Fernanda: Não dá para saber, professor. Tem que testar.
Professor: Gostaria de testar, Fernanda? Represente uma função diferente.
(Dados da Pesquisa, 2023)

Nesse momento, Fernanda utiliza-se do computador para fazer a representação da função $y = 10^x$, conforme se observa na Figura 5. A partir da nova representação as discussões continuam:

[1] Nos diálogos, os participantes são identificados com cores diferente com objetivo de associar às diferentes misturas de cores nas constituições dos Parangolés apresentados ao longo do texto.
[2] Os nomes dos estudantes apresentados nos diálogos ao longo do texto são nomes fictícios.

Figura 5

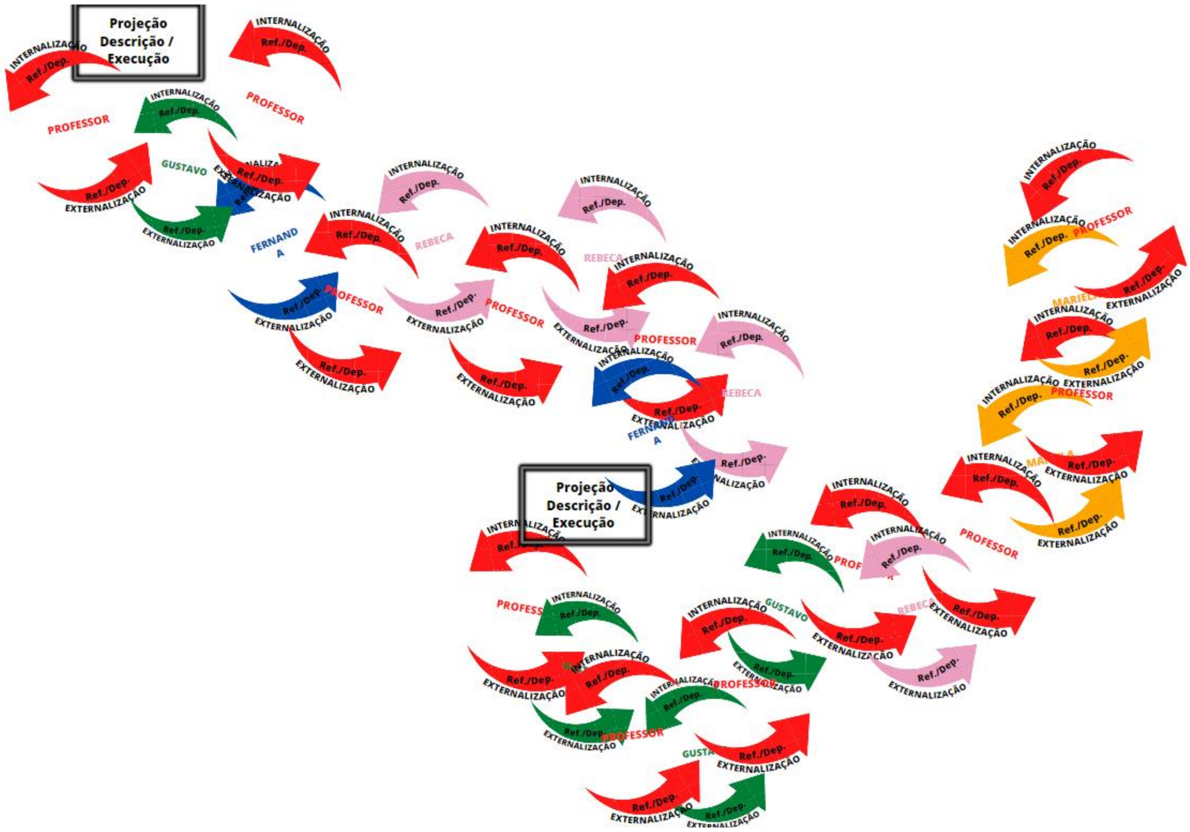
Representação Gráfica no GeoGebra

Professor: E então?
Gustavo: Vai ser sempre no 1 mesmo.
Professor: Por que você acha isso?
Gustavo: Ué, todas passaram (referindo-se à interseção com o eixo y).
Professor: Mas só fizemos três funções, como podemos ter certeza?
Gustavo: Certeza, certeza, não dá.
Professor: Mas vocês acham que se fizermos várias outras aqui (representações no software) acontecerá a mesma coisa (interseção com eixo y no mesmo ponto)?
Rebeca: Eu acho que sim, professor!
Professor: Mas então precisa haver uma explicação que possa nos dar certeza disso, vocês não acham? O que me dizem? Pensem!
Mariela: Ah, eu acho que sei, professor!
Professor: Olha! Vamos ouvir a Mariela. Compartilhe o que você pensou, Mariela.
Mariela: É porque o x "tá" no expoente, então se colocar zero sempre vai dar 1, porque todo número elevado a zero é 1.
Professor: E por que você diz "colocar zero"?
Mariela: Ué, porque quando corta o (eixo) y, o x é zero.
Professor: Excelente! Pessoal, vamos pensar no que a Mariela está nos dizendo. Estamos falando do ponto de interseção dos gráficos com o eixo y, ou seja, um ponto em que a coordenada de x é igual a zero. Como ela disse, em uma função exponencial o x é expoente e, portanto, atribuindo zero a x, o par ordenado que indica o ponto de interseção do gráfico com o eixo y será sempre (0 , 1).
(Dados da Pesquisa, 2023)

A partir do diálogo apresentado, propomos na Figura 6, com base na discussão teórica feita anteriormente, uma primeira representação de um *Ciclo de Ações Coletivo*, constituído a partir de *Parangolés de Ações* que emergem das interações entre estudantes, professor e tecnologia. Vale reiterar que, na figura, cada cor representa um participante, em conformidade com as cores utilizadas na apresentação dos diálogos. Assim, os participantes podem ser identificados tanto pelos nomes presentes na figura, quanto pelas cores, referenciadas nos diálogos.

Figura 6

Representação de dois Ciclos de Ações Coletivos



Analisando os diálogos e a representação na Figura 6 é possível tecer algumas considerações sobre os movimentos de interação ocorridos nesse primeiro recorte. Observa-se, inicialmente, que a constituição dos *Ciclos de Ações Coletivos* se inicia com o aluno Gustavo externalizando suas ideias. A fala do aluno (*"As duas passam no 1"*) indica que o mesmo vivenciou reflexões a partir do questionamento do professor e da interação com a tecnologia, a partir do que se via em tela.

A partir da fala do aluno Gustavo, o professor lança um novo questionamento que resulta na externalização de ideias de outras alunas. A fala de Fernanda (*"Que o y é 1"*) nos dá indícios de que a estudante vivenciou reflexões a partir da fala do colega, que comentou anteriormente sobre os pontos de interseção com o eixo y. Isso nos permite observar que em um trabalho com uma tecnologia de uso coletivo, com todos compartilhando a mesma visualização em tela, é possível que vários estudantes estejam vivenciando processos de reflexão a partir da interação com a fala dos outros e também com a tecnologia. No entanto isso só se confirma à medida em que vão externalizando suas ideias.

Nesse momento é importante pontuar ainda que o questionamento do professor, que possibilitou a continuidade das interações, também foi resultante da fala do aluno Gustavo, o que mostra a importância do professor se permitir entrar nesse processo de interações, de influenciar e ser influenciado pelas ideais que vão sendo externalizadas.

Retomando as discussões, após sua fala, a aluna Fernanda é questionada pelo professor e nesse momento outra aluna começa a participar das discussões. A fala da aluna Rebeca (*"o x é zero e o y é 1"*) nos mostra que, mesmo não tendo ainda externalizado suas ideias, a aluna possivelmente estava participando mentalmente/ativamente das interações e vivenciando reflexões a partir dos diálogos anteriores e da interação com a tecnologia.

A interação entre a aluna Rebeca e o professor continua e, novamente, a aluna Fernanda se manifesta (*"Não dá pra saber, professor. Tem que testar"*) nos dando indicativos de que estava refletindo a partir das falas do professor e da colega, sobre a interseção dos gráficos com o eixo y.

Nesse momento, a partir das interações, uma nova descrição é levada à tela pela aluna Fernanda, configurando o fim de um *Ciclo de Ações Coletivo* (Descrição – Execução – Parangolé de Ações – Nova Descrição) e o início de um novo. Neste segundo *Ciclo de Ações Coletivo*, a partir da representação feita em tela pela estudante (da função $y = 10^x$) inicia-se um novo *Parangolé de Ações* com a interação entre o professor e o aluno Gustavo, que ao refletir sobre o que vê em tela afirma que toda função exponencial intercepta o eixo y no ponto (0, 1).

As interações continuam com o professor questionando o aluno sobre sua afirmação e, nesse instante, observa-se que embora Gustavo pudesse estar vivenciando reflexões a partir do que se via em tela, temos indícios de que suas reflexões se limitavam apenas a elementos visuais, uma vez que o estudante não externaliza elementos matemáticos que justifiquem sua afirmação.

Aqui temos outro momento em que se nota a importância de o professor se permitir ser sujeito participante desses movimentos de interação, vivenciando, também, reflexões a partir das externalizações dos estudantes. Isso fica evidente na fala do professor que, interagindo com a fala de Gustavo, elabora novos questionamentos ("*Mas só fizemos três funções, como podemos ter certeza?"; "Mas vocês acham que se fizermos várias outras aqui (representações no software) acontecerá a mesma coisa")* que possibilitam a continuidade das interações.

Na continuidade observamos a participação das alunas Rebeca e Mariela nas interações. A fala de Rebeca, afirmando que qualquer outra função exponencial também passaria por aquele mesmo ponto, nos dá indícios que talvez a estudante tenha vivenciado reflexões acerca de elementos matemáticos que justifiquem sua afirmação. Entretanto, a aluna não externalizou mais elementos que pudessem confirmar essa hipótese.

A fala da estudante Mariela, por outro lado, além de evidenciar que a aluna estava participando mentalmente (sem externalizar suas ideias) das interações entre colegas, professor e tecnologia, também nos dá indícios de que a partir dessas interações a aluna vivenciou processos de construção de conceitos matemáticos. Isso pode ser observado quando Mariela externaliza elementos matemáticos (*É porque o x "tá" no expoente, então se colocar zero sempre vai dar 1, porque todo número elevado a zero é* 1) para justificar sua afirmação.

Por fim, o professor novamente age influenciado pelas interações, fazendo o fechamento acerca do conceito matemático em questão (interseção do gráfico de funções exponenciais com o eixo y) partindo dos elementos externalizados pela aluna Mariela.

Analisando os dois *Ciclos de Ações Coletivos* que se formaram a partir das discussões apresentadas, vemos que o compartilhamento de tela pode favorecer diferentes processos de reflexão, uma vez que cada sujeito participante pode vivenciar reflexões e processos de construção de conhecimentos desencadeados pela interação não só com a tecnologia, mas também com os colegas e com o professor. Isso se evidencia observando as representações dos *Parangolés* que compõem os *Ciclos Coletivos* que acabamos de analisar.

As representações mostram que grande parte das reflexões externalizadas foram decorrentes de interações entre os participantes. Isso nos leva a refletir (embora não tenhamos elementos para confirmar) que, possivelmente, muitas dessas externalizações não ocorreriam em uma situação de ensino e aprendizagem em que os estudantes estivessem visualizando a mesma tela com uso de tecnologias individuais (computador, celular, tablete), onde a interação fica limitada a cada sujeito com sua tecnologia.

Aqui é importante ressaltar que dispositivos/tecnologias de uso individual também podem oportunizar diferentes aprendizagens. Entretanto, o que chamamos atenção é o fato de como as interações entre sujeitos foram determinantes para que vários participantes se colocassem em movimentos de aprendizagem.

Outra observação importante a se fazer diz respeito à quantidade de cores que constituíram os *Parangolés de Ações*. Nota-se uma quantidade reduzida de cores, que indica a participação de poucos sujeitos nos processos de interação. Contudo, não é possível afirmar que apenas esses participantes vivenciaram processos de reflexões e de construção de conhecimentos. Ao contrário, é possível que muitos outros tenham vivenciado esses processos interagindo mentalmente/ativamente com as discussões e apenas não externalizaram suas ideias. Assim, fica clara a importância de mais estudantes externalizarem suas ideias, fomentando mais as interações para termos *Ciclos de Ações Coletivos* constituídos por *Parangolés de Ações* cada vez mais coloridos, uma vez que isso poderia dar indicativos de processos mais significativos de aprendizagens coletiva e individuais.

Por fim, observa-se também a presença constante da cor vermelha (que representa o professor) conectando as demais cores na constituição dos *Parangolés*, o que deixa claro a importância das ações do professor em questionar e fomentar discussões de modo que as interações continuem acontecendo.

Na continuidade da aula, ainda com as três representações em tela, o professor sugere que os estudantes reflitam sobre outras observações possíveis de serem feitas acerca dos gráficos visualizados. A partir do questionamento feito, a discussão continuou conforme se observa a seguir.

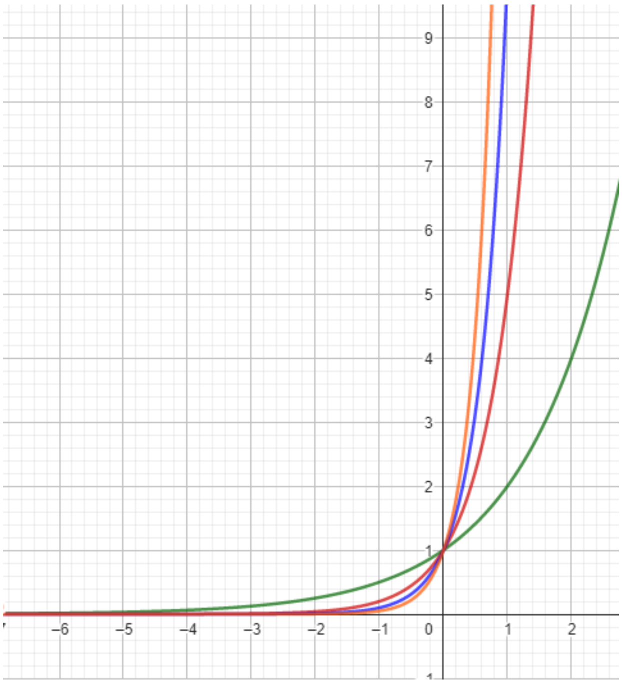
> Professor: *Ok, pessoal. Falamos um pouco sobre o ponto de interseção do gráfico de uma função exponencial com o eixo y. Que outras observações vocês conseguem fazer, além desta, sobre os gráficos que vemos na tela?*
> Fernanda: *A inclinação, professor. É diferente.*
> Professor: *Como assim, Fernanda?*
> Fernanda: *Ué, professor, um é mais inclinado que o outro.*
> Professor: *Hum, inclinação? Pessoal, o que vocês pensam sobre a observação que a Fernanda está fazendo?*
> João: *Professor, eu acho que entendi o que ela falou, mas não sei se é inclinação. É que um é mais "empinado" que o outro, "assim ó" (gesticulando com as mãos, referindo-se ao crescimento das funções).*
> Professor: *Legal João! Muito bom! Mas, pessoal, e se tentássemos melhorar um pouco a "inclinação" da Fernanda e o "empinado" do João? Vamos tentar? Pensando matematicamente, o que será que significa essa diferença entre os três gráficos?*
> Gustavo: *Professor, quanto maior o número ali ó (referindo-se à base na lei de formação das funções representadas), mais "inclinado".*
> Professor: *Bom pessoal, o Gustavo está dizendo que a diferença que estamos discutindo está associada a essas bases aqui (apontando para a lei de formação das funções). Será que faz sentido?*
> Monique: *Eu acho que faz, professor. Porque cada uma que a gente foi fazendo foi aumentando ali (apontando para a base nas leis de formação) e foi inclinando mais. Quer dizer, não sei se é inclinando né, mas você entendeu.*
> Professor: *Bom, então se o que vocês estão dizendo fizer sentido, nós podemos representar um outro gráfico que seja ainda mais "inclinado" (risos) que esses?*
> Monique: *É só colocar um número maior que 10, que foi a maior que nós fizemos.*

João: Coloca vinte, professor! Vinte elevado a x.
Professor: Pode ser, João. Vou fazer.
(Dados da Pesquisa, 2023)

Nesse momento o professor faz no software a representação sugerida, conforme mostrado na Figura 7, e as discussões continuam.

Figura 7

Representação gráfica no GeoGebra

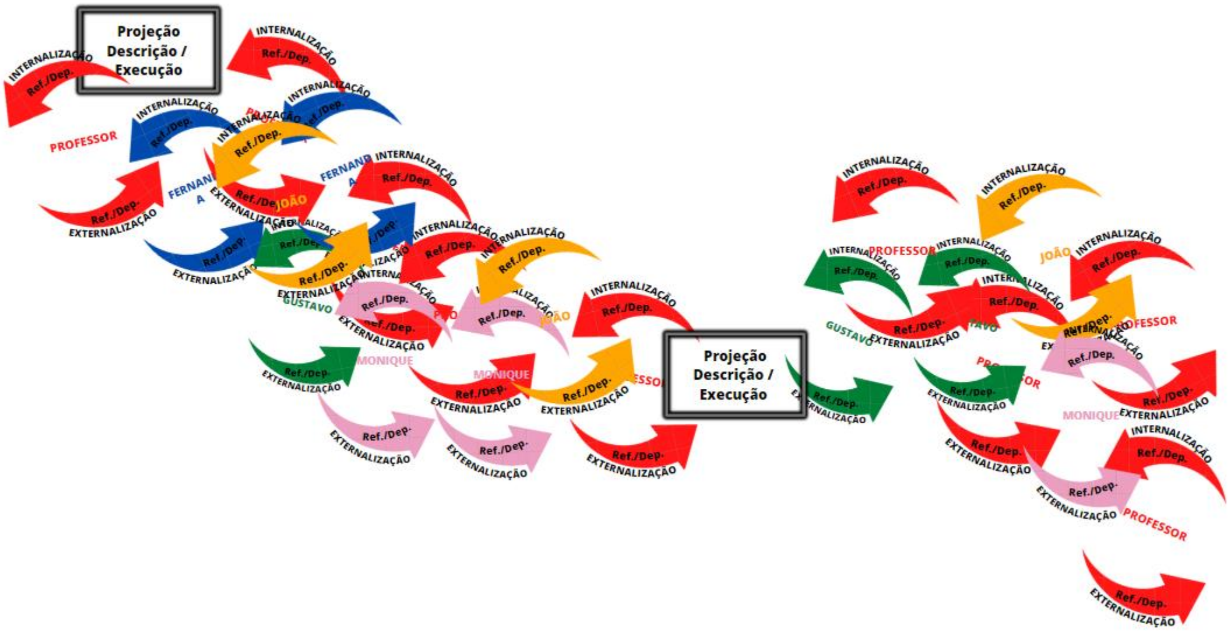


Gustavo: Viu, professor, acertei! Aqui é matemático (risos).
Professor: Muito bem "senhor matemático", e que tal nos ajudar então a entender por que isso acontece? E então?
Gustavo: Ah, professor, aí eu já não sei. Espera! – Passam-se alguns segundos – Não, não sei mesmo não.
Professor: Alguém? Já percebemos como a base influencia na representação gráfica da função exponencial. Mas é importante entender por que isso acontece. E então?
João: Essa parte vamos deixar pro senhor, professor (risos)! É muito difícil!
Professor: Ninguém?
Monique: Não, professor, pode explicar. Já pensei muito aqui, mas não sei.
Professor: Ok, pessoal, vamos lá então. Vamos analisar alguns pontos importantes.
(Dados da Pesquisa, 2023)

Com base no diálogo apresentado é possível observar a constitução de mais dois *Ciclos de Ações Coletivos*, um deles constituído a partir das discussões sobre os gráficos já representados em tela, e outro a partir da nova representação ($y = 20^x$). A seguir, propomos na Figura 8 uma representação destes *Ciclos* e seus *Parangolés deAções*.

Figura 8

Representação de dois Ciclos de Ações Coletivos



Em ambos os *Ciclos* nota-se a presença constante da cor vermelha, reforçando novamente a importância do papel do docente nos processos de aprendizagem individuais e coletivos. Observa-se ainda que alguns dos participantes são os mesmos dos *Ciclos* discutidos anteriormente, o que também reitera a necessidade de mais estudantes externalizarem suas ideias de modo a fomentar as interações e favorecer os processos de aprendizagem.

Com relação aos estudantes que participaram, externalizando suas ideias, somente desses dois últimos *Ciclos*, não temos elementos para dizer se interagiram mentalmente com as interações anteriores e se vivenciaram reflexões a partir delas. Podemos, contudo, dizer que os participantes desses dois últimos *Ciclos* nos deram indícios de terem vivenciado, a partir das interações, processos de construção de conhecimento acerca da relação entre a base (na lei de formação) da função e o crescimento do gráfico.

Para fazer o fechamento dessa parte das discussões, o professor propôs a representação, no quadro, de uma tabela com pares ordenados pertencentes à função $y = 2^x$ e, posteriormente, das outras funções (Figura 9 e Figura 10). Essa parte não será discutida nesse texto pelo fato de não ter sido abordada com o uso da tecnologia, que é objeto de discussão deste artigo. Entretanto, apresentaremos a finalização da discussão, para conhecimento, chamando a atenção para o fato de que muitas vezes se faz importante (ou mesmo necessário) articular recursos digitais com recursos não digitais, sempre com vistas a oportunizar momentos de aprendizagem. A seguir, tem-se a continuidade das discussões.

> ***Professor***: *Certo, vou propor que façamos agora uma análise de alguns pontos da primeira função. Vamos escrever aqui (indicando a tabela no quadro) alguns pares ordenados considerando esses valores de x. E então, se considerarmos a função* $y = 2^x$, *como fica o preenchimento dessa tabela?*
> ***Gustavo***: *Escreve aí professor, vai ficar 1, 2, 4 e 8 (referindo-se aos valores de y, conforme mostrado a seguir).*

Figura 9

Tabela de pares ordenados construída no quadro

$y = 2^x$				
x	*0*	*1*	*2*	*3*
y	*1*	*2*	*4*	*8*

Na sequência, o professor realiza com os alunos a representação em tabelas de pares ordenados das outras funções, considerando os mesmos valores de x, conforme se observa a seguir.

Figura 10

Tabelas de pares ordenados construídas no quadro

$y = 5^x$				
x	*0*	*1*	*2*	*3*
y	*1*	*5*	*25*	*125*

$y = 10^x$				
x	*0*	*1*	*2*	*3*
y	*1*	*10*	*100*	*1000*

A partir das representações feitas no quadro, o professor propõe uma reflexão sobre o crescimento das funções.

> *Professor: Agora, pessoal, eu gostaria que vocês observassem essas três tabelas e analisassem o seguinte: o que podemos observar com relação aos valores de y em cada função? Notem que em todas elas estamos trabalhando com os mesmos valores de x.*
> *Monique: Vai ficando maior, professor.*
> *Professor: Como assim, Monique?*

> *Monique: Ali, “ó”. Quanto maior o número ali (apontando para as bases nas leis de formação) maior “vai” ser os valores de y.*
> *Professor: Exatamente, Monique. Pessoal, observem o que a Monique comentou: olhando essas tabelas podemos ver que para os mesmos valores de x teremos valores cada vez mais elevados de y, à medida que formos aumentando a base aqui na lei de formação da função. Em outras palavras, podemos dizer que quanto maior a base, mais “rápido” – em relação a x - será o crescimento da função. Seria essa a justificativa para a observação que vocês fizeram de que um gráfico estaria mais “inclinado” ou “empinado” do que o outro.*
> (Dados da Pesquisa, 2023)

Finalizadas essas discussões, a aula prosseguiu com a proposta de analisar os gráficos na tela em relação à interseção com o eixo x e, posteriormente, analisar gráficos de funções exponenciais decrescentes. Contudo, tais propostas não serão objetos de discussão deste texto em razão do volume de escrita.

4 CONSIDERAÇÕES

Este artigo se propôs a discutir movimentos de aprendizagem em uma aula de matemática, desenvolvida com o uso de uma tela de projeção e do software GeoGebra para o estudo de gráficos de funções exponenciais. O objetivo, ao analisar esses movimentos à luz de uma construção teórica inicialmente pensada para o uso de Lousas Digitais, foi tentar observar possibilidades de se pensar aulas de matemática com uso de projetores norteados por essa mesma construção.

A discussão dos dados evidenciou que, tanto quanto no uso de Lousas Digitais, o compartilhamento de tela por meio de um projetor também pode favorecer movimentos de aprendizagem por meio de interações entre sujeitos e destes com a tecnologia. Foi possível observar que os movimentos de interações que constituem os *Ciclos de Ações Coletivos* estão muito mais associados às ações do professor e também aos potenciais do software escolhido.

No caso das ações do professor, ficou claro na constituição dos *Parangolés de Ações* que foram as intervenções feitas pelo professor que fomentaram as discussões e contribuíram para que elas continuassem acontecendo, constituindo assim *Parangolés de Ações* maiores e mais coloridos. Nesse sentido, sinalizamos novamente a importância do professor se permitir participar desse processo, vivenciando reflexões a partir das externalizações dos estudantes e se colocando como parte desse processo como sujeito que aprende e que também oportuniza aprendizagens.

No caso do software, observamos que as características do GeoGebra, de permitir aos estudantes experimentar diferentes construções, trabalhar com zoom, alterar parâmetros das funções, dentre outras, foram fundamentais para oportunizar, juntamente com as intervenções do professor, a vivência de reflexões pelos alunos. Reflexões que levam à externalizações de ideias e, consequentemente, vão compondo uma articulação de processos individuais e coletivos de aprendizagem.

Desse modo, entendemos que o *Ciclo de Ações Coletivo,* inicialmente proposto para se pensar e analisar momentos de aprendizagem com Lousas Digitais, pode nortear práticas com o uso de projetores, uma vez que os dados mostraram a possibilidade de se constituírem diferentes *Parangolés de Ações* e *Ciclos de Ações Coletivos* com o uso desta tecnologia. Consideramos essa uma importante observação, pois nos possibilita vislumbrar novas possibilidades pedagógicas frente às limitações estruturais e tecnológicas que encontramos em boa parte das escolas públicas brasileiras.

Para finalizar, consideramos importante registrar alguma reflexão acerca das limitações do uso de projetores em detrimento às Lousas Digitais. Nesse sentido, a única percepção que temos, a princípio, é a falta do recurso *touch screen*, presente nas Lousas Digitais, que possibilita uma interação mais direta com a tecnologia por meio do toque em tela. Entretanto, não temos elementos para pontuar se tal recurso contribuiria de forma diferente para a constituição dos movimentos de aprendizagem ou, em outras palavras, se possibilitaria a constituição de *Parangolés de Ações* maiores e mais coloridos.

REFERÊNCIAS

Carvalho, M. N. (2014). *As potencialidades do uso da lousa digital no ensino de matemática* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Brasil.

Carvalho, S. F. (2019). *Parangolés de ações e Lousa Digital: movimentos de aprendizagem em aulas de matemática* (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Brasil.

Cavalcante, J. D. (2002). Parangolé: anti-obra de Hélio Oiticica. *Digestivocultural.* Recuperado de https://www.digestivocultural.com/colunistas/coluna.asp?codigo=856&titulo=Parangole:_anti-obra_de_Helio_Oiticica

Hervás, C., Toledo, P., & González, M. C. (2010). La utilización conjunta de la pizarra digital interactiva y el sistema de participación senteo: una experiencia universitaria**.** *Pixel-Bit Revista de Medios y Educación,* v. 36, 203–214. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/368/36815128016.pdf

Morales, L. S., Gautério, V. L. B., & Rodrigues, S. C. (2017). Lousa digital e Ambientes de Aprendizagem: o que muda no ensinar e no aprender?. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v. 13, (29), 72-84.

Nakashima, R. H., & Amaral, S. F. (2007, Junho). Práticas pedagógicas mediatizadas pela Lousa Digital. In *Anais de Virtual Educa Brasil*. São José dos Campos, SP. Recuperado de http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:19209/n03ruiznaka07.pdf

Nakashima, R. H., Amaral, S. F., & Barros, D. M. (2009). O uso pedagógico da Lousa Digital associado à Teoria dos Estilos de Aprendizagem. *Revista Estilos de Aprendizagem.* Recuperado de https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/2133/1/artigo%20Daniela%20Melar%C3%A9%20%20o%20uso%20pedag%C3%B3gico%20da%20lousa%20digital.pdf

Ribeiro, M. S. N., Kalinke, M. A., & Santos, L. M. (2017). Algumas possibilidades de apropriações da lousa digital por professores em sala de aula. *Educação, Formação & Tecnologias*, v. 10 (1) , 74-87.

Salomão, W. (2015). *Hélio Oiticica: Qual é o parangolé? – E outros escritos*. São Paulo, SP: Companhia das Letras.

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

Valsiner, J. (2012). *Mundos da mente, mundos da vida: fundamentos da psicologia cultural*. Porto Alegre, RS: Artmed.

NOTAS DA OBRA

TÍTULO DA OBRA
Tecnologias De Uso Coletivo, Interação e Aprendizagem: Reflexões a Partir de Uma Aula de Matemática Com Uso de Projetor.

Sérgio Freitas de Carvalho
Doutor em Educação Matemática
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Nova Andradina, Brasil
sergio.carvalho@ifms.edu.br
http://orcid.org/0000-0002-4672-4720

Ana Carolina de Siqueira Ribas dos Reis
Doutora em Educação Matemática
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Nova Andradina, Brasil
Carolribas1986@gmail.com.br
http://orcid.org/0000-0001-7374-7656

Endereço de correspondência do principal autor
Rua Takashi Tuda 713 – Bairro Portal do Parque – Nova Andradina MS – CEP 79750-000.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: S.F. Carvalho, A. C. S. R. Reis
Coleta de dados: S.F. Carvalho
Análise de dados: S.F. Carvalho, A. C. S. R. Reis

Discussão dos resultados: S.F. Carvalho, A. C. S. R. Reis
Revisão e aprovação: S.F. Carvalho, A. C. S. R. Reis

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO – uso exclusivo da revista
Os autores cedem à **Revemat** os direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

PUBLISHER – uso exclusivo da revista
Universidade Federal de Santa Catarina. Grupo de Pesquisa em Epistemologia e Ensino de Matemática (GPEEM). Publicação no Portal de Periódicos UFSC. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

EQUIPE EDITORIAL – uso exclusivo da revista
Méricles Thadeu Moretti
Rosilene Beatriz Machado
Débora Regina Wagner
Jéssica Ignácio
Eduardo Sabel

HISTÓRICO – uso exclusivo da revista
Recebido em: 04-07-2023 – Aprovado em: 23-11-2023