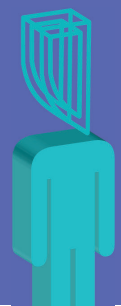


livro de atas
livro de atas
proceedings
proceedings


V Encontro International
de **Formação na Docência**

5th International Conference
on **Teacher Education**

incte'20
international
conference on
teacher education



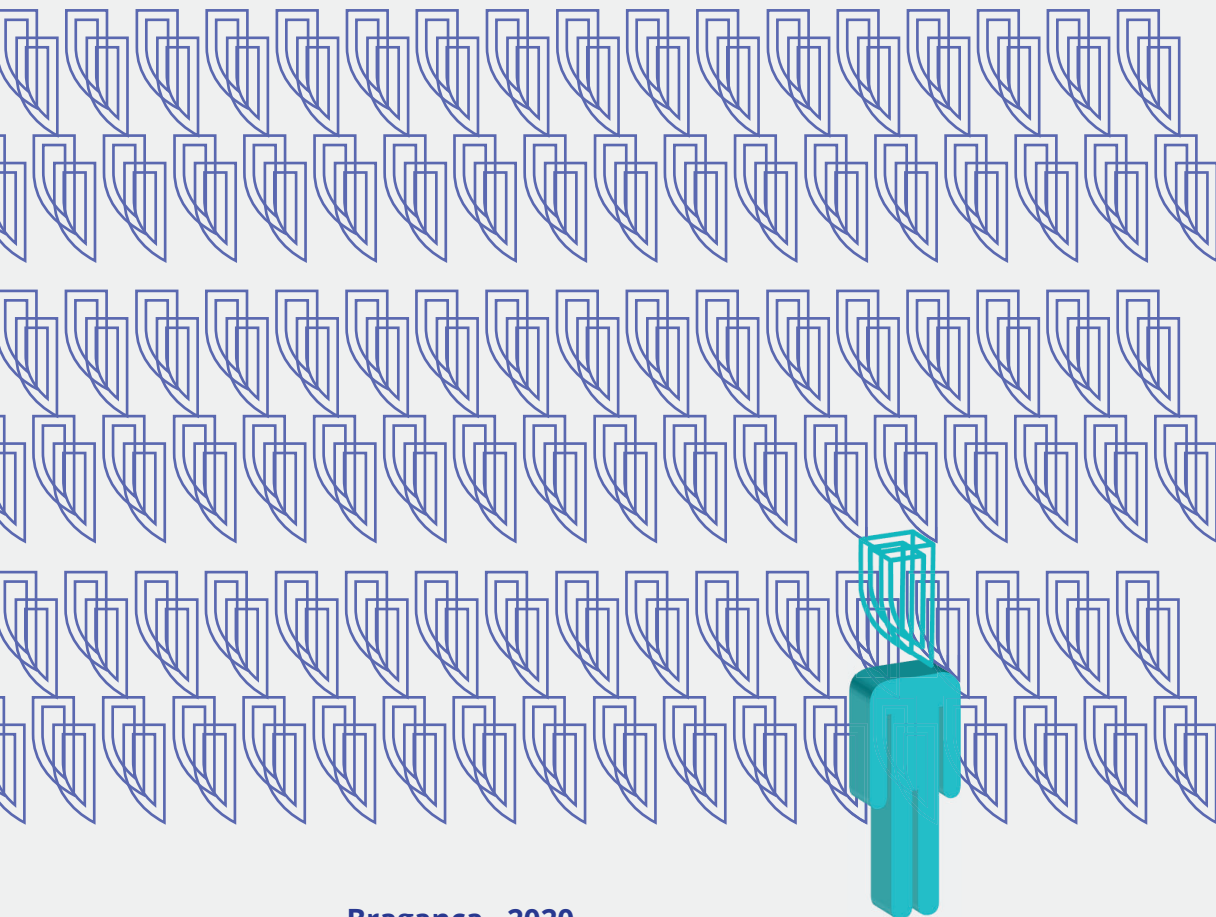
<http://incte.ipb.pt/>



**A INVESTIGAÇÃO
EM EDUCAÇÃO NO
CRUZAMENTO DE
FRONTEIRAS**

**CROSSROADS IN
EDUCATIONAL
RESEARCH**

incte'20
international
conference on
teacher education



Bragança . 2020

Título | Title

V Encontro Internacional de Formação na Docência | Livro de Atas

5th International Conference on Teacher Education | Proceedings

Editores | Editors

Rui Pedro Lopes, Cristina Mesquita, Elisabete Mendes Silva, Manuel Vara Pires | Instituto Politécnico de Bragança

Edição de Comunicação e Design | Communication and Design Edition

Jacinta Costa & Carlos Casimiro da Costa | Instituto Politécnico de Bragança

Publicação | Publisher

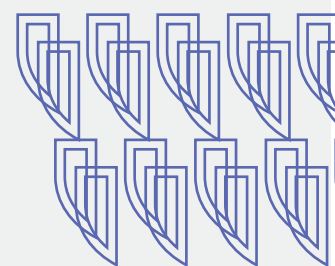
IPB | Instituto Politécnico de Bragança

Morada | Address

Escola Superior de Educação de Bragança
Campus de Santa Apolónia
5300-253 Bragança . Portugal
<http://incte.ipb.pt/>
incte@ipb.pt

ISBN + Handle

978-972-745-276-7 | <http://hdl.handle.net/10198/20081>



Professores e a orquestração de atividades matemáticas com a plataforma Khan Academy

António Domingos¹, Ana Santiago², Ana Isabel Matos¹, Conceição Costa², Joana Castro³, Paula Teixeira⁴

amdd@fct.unl.pt, elisa_santiago@hotmail.com, ccosta@esec.pt,
pcastrojoana@gmail.com, teixeirapca@gmail.com

¹ Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

² Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal

³ Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Lisboa, Portugal

⁴ Agrupamento de Escolas João de Barros, Portugal

Resumo

Esta comunicação foca-se nas ações de professores do Ensino Básico quando ensinam matemática usando a Plataforma Khan Academy (KA) e tem como objetivo caracterizar os tipos de orquestração instrumental e papéis durante o desenvolvimento das atividades dos alunos a utilizar a Plataforma KA em contexto de aula. Nestes ambientes variados de níveis de escolaridade (1.º, 2.º e 3.º ciclos) adotamos uma perspetiva sociocultural da aprendizagem e estivemos atentos à agência e à mediação. Neste estudo, os tipos de orquestração instrumental examinados nos contextos educacionais, acima referidos, já foram definidos em outros estudos e orientaram a compreensão da prática do professor quando integra a Plataforma KA. Os dados recolhidos da observação das aulas, notas de campo dos investigadores e entrevistas semiestruturada a dezassete professores, permitiram identificar três abordagens da forma como os docentes interagiram com os alunos ao orquestrar as suas atividades quando usam a Plataforma KA: *Assistente*, *Mediador* e *Professor*. As orquestrações foram influenciadas pelos recursos tecnológicos disponíveis na aula (computador, *tablet*, *smartphone*, quadro interativo), o ano de escolaridade dos alunos e o grau de familiaridade destes com a Plataforma KA. A agência e a mediação surgem distribuídas pelos diferentes agentes (professor, aluno, Plataforma KA e matemática), mas o aluno quando agente pode ser influenciado pelo tipo de orquestração do professor fundamentalmente na sua exploração didática.

Palavras-Chave: professores do ensino básico, plataforma Khan Academy, orquestração instrumental.

Abstract

In this paper we were focused on basic education teachers' actions when they teach mathematics using Khan Academy (KA) platform and aims to characterize the types of instrumental orchestration and the roles during the development of students' activities from using KA platform in class context. In these different environments of school levels (1st, 2nd and 3rd cycles) we adopt a sociocultural learning perspective and we were aware to agency and mediation. In this study, the types of instrumental orchestration examined in the educational contexts mentioned above are essentially used in different studies and they guided the understanding of the teacher's practice when integrating KA platform. The data

collected from the lessons observation, researchers' notebooks records and semi-structured interviews with seventeen teachers, allowed to identify three approaches of the way that teachers interacted with the students when orchestrating their activities when using KA platform: Assistant, Mediator and Teacher. Orchestrations were influenced by the technological resources available in class (computer, tablet, smartphone, interactive whiteboard), the students' school year and their level of familiarity with KA platform. Agency and mediation appear distributed among the different agents (teacher, student, KA platform and mathematics), but the student as an agent can be influenced by the type of orchestration of the teacher fundamentally in his didactic exploration.

Keywords: basic education teachers, Khan Academy platform, instrumental orchestration.

1 Introdução

A introdução de ferramentas tecnológicas na educação matemática é considerada tanto como promissora como problemática. Por um lado, o potencial das ferramentas tecnológicas é reconhecido, novos cenários de exploração didática (Drijvers & Trouche, 2008) são expectáveis de ser produzidos com a introdução da tecnologia na educação matemática. O National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) defende que é essencial que os professores e os alunos tenham acesso regular a tecnologias que apoiem e promovam a criação de sentido, o raciocínio, a resolução de problemas e a comunicação. Os professores otimizam o potencial da tecnologia para desenvolver a compreensão dos alunos, estimular o seu interesse e aumentar a sua proficiência em matemática. Quando os professores usam a tecnologia estrategicamente, eles podem fornecer maior acesso à matemática para todos os alunos (NCTM, 2011; Pea, 1987). Por outro lado, a integração da tecnologia nas salas de aula parece, no entanto, ser mais difícil do que esperado. Os estudos sobre a utilização da tecnologia na matemática limitam-se à interação entre o aluno, o computador e o conhecimento. Essa estrutura limitada explica a discrepância entre as potencialidades e a realidade da integração (Lagrange et al., 2003).

No entanto, os recursos não se transformam em práticas de ensino de uma forma simples. Vários estudos mostram que os professores percebem as dificuldades na orquestração de situações matemáticas onde são utilizadas ferramentas e recursos tecnológicos e na adaptação dos seus métodos de ensino a situações em que a tecnologia é utilizada (Lagrange & Degleodu, 2009; Lagrange & Ozdemir Erdogan, 2009; Monaghan, 2004). Além disso, diferentes professores podem adaptar, para um mesmo conjunto de recursos, diferentes métodos de ensino. Como Robert e Rogalski (2005) apontam, as práticas dos professores são complexas e estáveis. Como Lagrange e Monaghan (2009) argumentam, a disponibilidade de recursos tecnológicos amplia a complexidade das práticas de ensino e, como consequência, desafia a sua estabilidade. Não é evidente que as técnicas e as orquestrações que são utilizadas em ambientes “tradicionais” possam ser aplicadas com sucesso em ambientes de aprendizagem tecnologicamente ricos. Um novo repertório de orquestrações, instrumentadas pelas ferramentas disponíveis, tende a surgir. Assim o presente estudo tem como objetivo: caracterizar as orquestrações dos professores quando integram a Plataforma Khan Academy (KA) e os seus componentes nas suas aulas.

2 Fundamentação teórica

Na gênese instrumental (Rabardel, 1995) desenvolvida no campo da didática da matemática por Artigue (2002), Ruthven (2002) e Guin e Trouche (2002), nomeadamente, no ensino mediado pela tecnologia, discutem-se os conceitos de mediação e artefacto e os processos de instrumentação e instrumentalização, que constituem a gênese instrumental, associados à construção de esquemas de utilização na ação mediada pelos artefactos (Rabardel, 1995).

Três ideias essenciais da cognição ergonômica (Vérilloon & Rabardel, 1995) sustentam esta abordagem.

A primeira ideia é a distinção entre um artefacto e um instrumento: um artefacto é um objeto material ou abstrato, um produto da atividade humana, e é usado para executar um tipo de tarefa. Exemplos são as calculadoras e os algoritmos para resolver equações quadráticas. Estes artefactos são dados a um sujeito; um instrumento é o que o sujeito constrói com os artefactos.

A segunda ideia é o reconhecimento de que o processo apropriação de um artefacto e construir um instrumento é complexo. Este processo é chamado de gênese instrumental, em que uma nova entidade é dada à luz. Este novo instrumento é composto da parte do artefacto realmente mobilizado e de um esquema, ou seja, a organização cognitiva estruturada da atividade para executar a tarefa.

Finalmente, a terceira ideia é a compreensão de que a gênese instrumental não é um único processo, mas fundamentalmente envolve dois movimentos inter-relacionados, a instrumentação (em resumo: o artefacto gravando a sua marca na atividade do utilizador) e a instrumentalização (em suma: o usuário gravando a sua marca no artefacto).

A definição de *cenário de exploração didática* tem uma relação estreita com os recursos disponíveis e com a ideia de *orquestração instrumental* que tem sido utilizada por diferentes investigadores (Drijvers, 2012; Drijvers, Doorman, Boon, Reed, & Gravemeijer, 2010; Drijvers & Trouche, 2008; Mariotti & Maracci, 2010) para caracterizar as envolventes do processo didático da aprendizagem da matemática. Denomina-se por *orquestrações instrumentais* os vários dispositivos que um professor organiza, com o objetivo de auxiliar as *gêneses instrumentais* dos alunos (Trouche 2003, p. 792). Brousseau (1997) defende que a *orquestração instrumental* deve ser definida tendo em atenção tanto a escolha do ambiente onde acontece a ação como a situação matemática. A escolha da situação é fundamental. Citando Rabardel e Samuçay (2001), “a mediação da atividade por instrumentos é sempre situada e a situação tem uma influência determinante sobre a atividade” (p. 18).

Drijvers e Trouche (2008, 2012) definem a orquestração instrumental como uma configuração didática, isto é, a organização dos artefactos disponíveis no ambiente, com uma estratégia para cada etapa do tratamento matemático e pelos modos de exploração dessas configurações. Uma configuração didática pode ser descrita por um conjunto de cenários de exploração didática (para um dado ambiente e para cada situação matemática). Um cenário de exploração didática consiste na apresentação de um conceito com os seus objetivos, os materiais para os alunos e um suporte de notas para o professor que o ajudam a aplicar o conceito na prática. Por outras palavras, o cenário de exploração didática envolve tanto a gestão do conhecimento matemático de diferentes fases da situação como uma orquestração instrumental (com sucessivas configurações e os seus

modos de exploração, de acordo com um determinado tratamento matemático e com os objetivos pedagógicos do professor). Nesta perspectiva os professores constroem cenários adequados ao seu ambiente de ensino pessoal e às situações matemáticas que eles querem introduzir. Neste esquema reconhece-se a necessidade de ter em conta os *artefactos* disponíveis, a organização pedagógica da turma e a orquestração do professor.

Para este estudo recorreu-se a um inventário com tipos de orquestrações (Drijvers et al., 2010, Tabach, 2013) denominados por: *demonstração técnica, explicação do ecrã, ligação quadro-ecrã, discussão do ecrã, assinala e mostra, aluno Sherpa, trabalha e anda pela sala e não usa tecnologia*.

As seis orquestrações propostas foram concebidas para perceber a relação entre o tipo de tecnologia, o tópico matemático, todo o formato de ensino da turma, o nível e a idade dos alunos e as formas de orientação que foram facultadas aos professores. Nas orquestrações dos tipos: *demonstração técnica, explica o ecrã e ligação quadro-ecrã* o professor domina a comunicação. A participação dos alunos é restrita, é o professor que orienta as interações num padrão de iniciação-resposta-avaliação. Essas orquestrações podem ser vistas como centradas no professor. Nas orquestrações dos tipos: *discussão do ecrã, assinala e mostra e aluno Sherpa*, os alunos têm a oportunidade de reagir e têm uma maior participação. Mesmo que o professor seja o gestor da orquestração, há mais interação dos alunos do que nos três primeiros tipos de orquestração. Estas podem, portanto, ser vistas como orquestrações centradas no aluno.

Os seis tipos de orquestração identificados podem ter o professor ou o aluno como condutores da orquestração e diferir no grau de inovação e especificidade tecnológica, algumas podem ser vistas como variantes tecnológicas das práticas mais regulares de ensino com as quais os professores estão familiarizados, enquanto outras são mais específicas para a utilização de tecnologia e ferramentas específicas.

Num estudo realizado por Drijvers (2012, citado por Teixeira, 2015) é identificada uma *orquestração instrumental* dominante que o autor chamou *trabalha e anda pela sala*. A *configuração didática* e os recursos basicamente consistem nos alunos sentados em frente dos seus computadores portáteis, com acesso *wireless* a um módulo apresentado *online* e o seu trabalho está proposto num capítulo do manual em formato digital (pdf). A este cenário acrescenta-se um quadro preto ou um quadro branco no qual o professor escreve explicações adicionais. Um computador ligado a um projetor a mostrar o ambiente online esteve também presente na maioria das aulas. Como *modo de exploração* os alunos trabalham individualmente no módulo online nos seus computadores portáteis e o professor *anda pela sala* e senta-se com os alunos para monitorizar a sua progressão e fornecer respostas quando solicitado.

Em Tabach (2013) surge mais um tipo de orquestração instrumental *não usa tecnologia*, como o próprio nome indica a tecnologia está presente, mas não é usada pelo professor. Estas categorias de orquestrações instrumentais foram apresentadas num estudo (Tabach, 2013) em que o autor identificou episódios de aula com estas orquestrações e procurou outras diferentes. Mas surgem também em estudos (Drijvers et al., 2010; Drijvers, 2012) nos quais os autores estiveram interessados no desenvolvimento profissional dos professores quando estes aplicam recursos tecnológicos no seu ensino.

O Quadro 1 resume a categorização apresentada com a configuração e o modo de exploração didática associada a cada orquestração.

Quadro 1: Tipos de orquestração instrumental.

Tipo de orquestração	Configuração didática	Modo de exploração didática
Demonstração técnica <i>Technical-demo</i> Drijvers et al., 2010	Toda a turma, um ecrã central	O professor explica os detalhes técnicos para o uso da ferramenta.
Explicação do ecrã <i>Explain-the-screen</i> Drijvers et al., 2010	Toda a turma, um ecrã central	As explicações do professor vão além das técnicas e envolvem conteúdo matemático.
Ligação quadro– ecrã <i>Link-creen board</i> Drijvers et al., 2010	Toda a turma, um ecrã central	O professor associa representações do ecrã com representações dos mesmos objetos matemáticos que aparecem no manual ou no quadro.
Discussão do ecrã <i>Discuss-the-screen</i> Drijvers et al., 2010	Toda a turma, um ecrã central	Discussão com a turma toda orientada pelo professor, para melhorar a génese instrumental coletiva.
Assinala e mostra <i>Spot-and-show</i> Drijvers et al., 2010	Toda a turma, um ecrã central	O professor aproveita os conhecimentos que os alunos já tinham adquirido com os seus trabalhos e identificados como relevantes para uma discussão mais aprofundada.
Aluno sherpa em trabalho <i>Sherpa-at-work</i> Trouché, 2004	Toda a turma, um ecrã central	A tecnologia está nas mãos de um aluno que a utiliza na discussão com a turma toda.
Trabalha e anda pela sala <i>Work-and-walk-by</i> Drijvers et al., 2012	Os estudantes trabalham individualmente ou aos pares com computadores	O professor circula entre os estudantes a trabalhar, monitoriza o seu progresso e dá orientação quando a necessidade surge.
Não usa tecnologia <i>Not-use-tech</i> Tabach, 2011	Toda a turma, um ecrã central	A tecnologia está disponível, mas o professor escolhe não a usar.

O papel das ferramentas e interação entre professor-aluno na perspetiva sociocultural são essenciais para o processo de aprendizagem e desenvolvimento. Existem ainda dois aspetos relativos à eficácia no apoio à aprendizagem da matemática: a distribuição da autoridade e a oportunidade de os alunos exercerem agência (Carlsen, Erfjord, & Hundeland, 2016). Autoridade é um termo utilizado para reconhecer o responsável quando se trata de fazer contribuições matemáticas para um processo contínuo de resolução de problemas. A agência humana é um termo usado sobre a “faculdade de uma criança para agir deliberadamente de acordo com a própria vontade e, assim, fazer livres escolhas” (Carlsen, Erfjord, & Hundeland, 2016, p. 1919). Além disso, estes autores argumentam que autoridade está intimamente conectada com a possibilidade de os alunos exercerem agência. Do mesmo modo, a agência preocupa-se com o que respeita às ações individuais que emergem do livre arbítrio ou são influenciados pelos outros.

Carlsen, Erfjord, Hundeland e Monaghan (2016) analisaram a forma como os docentes interagem com crianças ao orquestrar as suas atividades quando usam ferramentas digitais, identificando três abordagens: Assistente, Mediador e Professor. O/A professor/a

toma a abordagem de Assistente quando assiste as crianças em questões menores, por exemplo, iniciar e correr um software ou apontar à criança o que deveria fazer para se envolver com uma aplicação. A segunda abordagem Mediador, é quando o professor orquestra a atividade, por exemplo, lendo um texto ou ajudando a criança na interpretação dele, no ecrã. A abordagem Professor, é quando o/a professor/a usa questões e comentários sobre as interações das crianças com as aplicações, por exemplo, o/a professor/a ativamente escolhe as aplicações nas quais as crianças vão estar envolvidas e supervisiona o ritmo de interações da criança com os artefactos.

3 Metodologia

Esta investigação é de natureza qualitativa, descritiva e interpretativa e tem como objetivo principal, como já foi referido, caracterizar os tipos de orquestração instrumental de professores do Ensino Básico nas suas práticas de ensino da matemática quando orquestram as atividades dos alunos a utilizar a Plataforma KA, em contexto de aula. Neste sentido, procurou-se examinar e compreender a prática de professores que, ao longo do ano letivo de 2017/2018, participaram na Oficina de Formação do projeto-piloto “Matemática e Khan Academy”, parceria estabelecida entre a Fundação Altice Portugal (Fundação), a Direção-Geral da Educação (DGE) e a Associação Portuguesa de Telemática Educativa (EDUCOM). Nesta comunicação apresentam-se os resultados das observações de uma aula, que tiveram lugar em maio de 2018, de todos os professores que participaram na Oficina de Formação.

A Fundação convidou a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa a constituir uma equipa de investigadores que iria monitorizar o referido projeto-piloto, designada por *equipa de monitorização*.

4 Participantes e recolha de dados

Os dados recolhidos dizem respeito à observação de uma aula de cada professor, com a duração correspondente ao nível de ensino (1.º ciclo - um turno; 2.º e 3.º ciclos – 90 minutos). Por conseguinte foram observadas aulas correspondentes a 17 professores de matemática. Embora os professores fossem professores experientes de matemática, a utilização da tecnologia no seu ensino não era usual. Na altura em que as observações das aulas tiveram lugar, catorze professores já tinham usado, com os seus alunos, a Plataforma KA no ano letivo anterior, e os restantes três professores apenas a tinham utilizado nos cinco meses correspondentes ao ano letivo em que decorreu o estudo. Os participantes também variaram no nível de escolaridade que ensinavam: nove ensinavam no 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB), quatro ensinavam no 2.º CEB e quatro ensinavam no 3.º CEB. Os professores de cada CEB, participantes do projeto KA, trabalharam durante todo o ano em colaboração, concebendo em conjunto, na Oficina de Formação, as aulas de matemática que integravam a Plataforma KA. Cada investigador utilizou uma grelha de observação de aula, previamente elaborada pela *equipa de monitorização* e tirou notas de campo que apoiaram o registo das observações das aulas. O investigador esteve sentado num lugar da sala que lhe foi indicado pelo professor da turma, durante as discussões em grande grupo, mas circulou entre os alunos durante a realização das suas atividades e acompanhou o professor durante o apoio que este foi dando aos alunos. O investigador registou as interações professor-alunos e o papel do professor na mediação da

aprendizagem sempre que solicitada ou fosse necessária. Após cada aula observada os professores, individualmente ou em díade, responderam a uma entrevista semiestruturada administrada pelo investigador. Desta forma, foi possível recolher dados sobre, por exemplo: o efeito da Plataforma KA e dos seus recursos na aprendizagem dos alunos e a relação entre os tipos de orquestração e a visão do professor sobre o ensino e a aprendizagem da matemática.

5 Análise dos dados

Para compreender as ações dos professores quando estes ensinam matemática, nos registos de cada aula observada procurou-se, para além de identificar os tipos de orquestração instrumental de Tabach (2013), novos tipos de orquestração. Seguiu-se a abordagem de Tabach (2013) para a análise das orquestrações:

Quando pode ser dito que um tipo de orquestração particular é uma variante de um outro tipo de orquestração? Um tipo de orquestração é considerado novo, se difere tanto na sua configuração didática como na sua exploração didática. Nos casos em que a configuração didática difere, mas a exploração didática permanece a mesma, a orquestração instrumental é considerada uma variante das já encontradas (p. 2747).

6 Resultados

A análise dos dados deste estudo conduziu à caracterização dos oito tipos de orquestração já identificados no quadro 1: *demonstração técnica, explicação do ecrã, ligação quadro-ecrã, discussão do ecrã, assinala e mostra, aluno Sherpa, trabalha e anda pela sala e não usa tecnologia*. Os dados permitiram ainda definir outros tipos de orquestração: *trabalha sentado*, variante do tipo *trabalha e anda pela sala*; *par em trabalho*, variante do tipo *aluno Sherpa*.

Trabalha sentado (para apoiar) é uma orquestração na qual os alunos trabalham autonomamente enquanto que o professor está sentado em frente a um computador. Sempre que um aluno precisa de apoio, este desloca-se com o seu *tablet* até ao professor, o qual monitoriza e guia a sua aprendizagem.

Par em trabalho significa que um par de alunos é convidado a apresentar no quadro preto para toda a turma, a sua solução referente a uma tarefa realizada com recurso a tecnologia.

Sem tecnologia significa uma orquestração de atividades, sem ter qualquer tecnologia de apoio, enquanto essas atividades tinham sido desenvolvidas pelos alunos usando tecnologia.

A interação professor-aluno, elemento fundamental de apoio à aprendizagem, identificou-se através da distribuição da autoridade. Esta variou entre ser completamente distribuída aos grupos de alunos e estes exercitando ou não a sua agência, ou ser partilhada entre os alunos e o professor podendo também qualquer aluno agir deliberadamente de acordo com a sua própria vontade. Os tipos de orquestração de atividades de aprendizagem matemática deram diferentes oportunidades aos alunos para se apropriarem de ferramentas matemáticas e ações. O papel dos docentes na orquestração das atividades dos seus alunos, usando a nomenclatura de Carlsen, Erfjord e Hundeland (2016), variou de *Assistente, Mediador e Professor*. As orquestrações foram influenciadas pelos recursos tecnológicos disponíveis na aula (computador, *tablet*, *smartphone*, quadro interativo), o

ano de escolaridade dos alunos e o grau de familiaridade destes com a Plataforma KA (Domingos et al., 2018).

Os dados da entrevista sugerem que a preferência dos professores por alguns tipos de orquestração pode estar relacionada pela sua visão sobre o ensino e a aprendizagem da matemática.

Vamos descrever uma aula observada de uma professora experiente que ensinava matemática no 1.º CEB e cuja aula, com alunos do 1.º ano, permitiu identificar vários tipos de orquestração, estratégia pedagógica e agência, ao integrar a Plataforma KA na sua prática de ensino em matemática.

A professora Valentina

A escolha desta professora justifica-se: (i) por envolver uma turma do 1.º ano, onde os alunos ainda estão a desenvolver competências de leitura, interpretação, conhecimento matemático e utilização da Plataforma KA; (ii) pela estratégia inovadora, “sentar entre dois alunos do 1.º ano, um aluno do 3.º ano”, formando um terno de trabalho partilhando o mesmo *tablet*, tentando assim ultrapassar as fragilidades nas competências anteriormente identificadas; e (iii) pela singularidade da orquestração que utilizou.

Valentina é uma professora do 1.º CEB no fim de carreira. No ano anterior, os seus alunos do 4.º ano tinham usado a Plataforma KA, num contexto partilhado com outros professores e um informático.

A observação que vamos relatar é referente ao ano letivo de 2017/18 e foi realizada numa turma de 22 alunos do 1.º ano do CEB, que trabalhava com a Plataforma KA duas vezes por semana, sendo uma delas em parceria com alunos do 3.º ano do CEB, que no ano anterior já tinham usado a Plataforma KA. Na aula os alunos estavam dispostos em grande roda e cada terno de alunos estava sentado em frente a um *tablet* sendo o aluno do meio aquele do 3.º ano, acima referenciado, cujo papel era o de mediador da aprendizagem.

Os alunos trabalharam autonomamente quase todo o tempo, nas atribuições, sequências estruturadas de exercícios práticos e vídeos educativos da Plataforma KA, para a participação no torneio TIKa, enquanto que a professora estava sentada em frente a um computador. Sempre que um aluno precisava de apoio deslocava-se, com o seu *tablet*, até ela, a qual monitorizava e guiava a sua aprendizagem, orquestração com toda a turma do tipo *trabalha sentada* variante do *trabalha e anda pela sala*. Neste sentido, quase todo o tempo da aula foi devotado a um tipo de orquestração individualizada do tipo *assinala e mostra*, em que a professora mostra e ensina o aluno individualmente, explicando conceitos matemáticos ou métodos, baseado no que acontece no ecrã, ou levanta questões para fazer o aluno refletir sobre as suas respostas. A aula começou e terminou com uma orquestração do tipo *não usa tecnologia*. No início, após a distribuição dos alunos pelos grupos de três, foram dadas indicações à turma sobre as 50 atribuições da Plataforma KA que deviam ser resolvidas em grupo, dando-lhe plena autonomia de trabalho. No final da aula a professora, convidou o aluno com mais à vontade a trabalhar com a Plataforma KA, e que frequentemente era convidado para ajudar os colegas, a partilhar porque gostava de trabalhar na Plataforma. Estes momentos, de orquestração *não usa tecnologia* foram usados em cerca de 10% do tempo de aula.

A investigadora, ao observar a aula da professora Valentina e identificar os tipos de orquestrações usados, circulou entre os alunos e, muitas vezes, tentando perceber as

interações entre os alunos (os grupos muitas vezes comunicavam entre si), observou grupos “parados” ou que lhe solicitaram o seu apoio. Assim, teve por vezes de mediar a aprendizagem, monitorizando e fornecendo orientação, fundamentalmente para conceitos matemáticos ou métodos que os alunos do 3.º ano não dominavam e também não mostravam à vontade para se dirigirem à professora da turma do 1.º ano. A investigadora assumiu, por vezes, o papel de *observadora participante* quando alguns alunos o solicitaram, no decorrer da aula, o que permitiu interpretar melhor a orquestração da professora. Uma possível explicação para a prática da professora Valentina poderia ser a falta de conhecimento tecnológico que limitava as suas ações ou a forma como a autoridade e a agência foi distribuída pelos grupos de alunos, já que a maioria das crianças não se sentiram apoiadas no seu processo de aprendizagem matemática e sentiram-se incapazes de exercitar a sua agência, esperando pelas sugestões da professora. O papel da professora na relação professor-aluno foi a de *Assistente, Mediador e Professor*.

Durante uma entrevista semiestruturada, após esta observação, a professora Valentina ao falar do efeito da Plataforma KA na aprendizagem comenta:

Explicada a metodologia da Plataforma, depois de perceber tudo, são autónomos. (...) Não tenho menos conseguidos; expectante, cada um aprende ao seu ritmo. (...) Sucesso educativo mais nivelado. (...) competências emocionais (ficam felizes quando ganham) e sociais (preocupam-se com o colega do lado). (...) Sem medos da matéria.

7 Considerações finais

No estudo foi observada a prática de ensino de 17 professores de matemática experientes integrando a Plataforma KA e caracterizadas as suas orquestrações instrumentais nas atividades dos seus alunos. Foram identificados dez tipos de orquestrações, sendo duas variantes das já existentes, a saber: *trabalha sentado*, variante do tipo *trabalha e anda pela sala*; *par em trabalho*, variante do tipo *aluno Sherpa*. Os dados permitiram ainda identificar um novo tipo de orquestração que se denominou por: *trabalha e anda pela sala entre estudantes*.

Este estudo aponta-nos também para a necessidade de analisar mais práticas de professores quando ensinam matemática com ferramentas tecnológicas no sentido de encontrar e conceber orquestrações eficazes na promoção do conhecimento dos alunos.

Agradecimentos

Este trabalho é suportado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia, I.P., no contexto do projeto PTDC/CED-EDG/32422/2017.

8 Referências

- Artigue, M. (2002). Learning Mathematics in a CAS environment: the genesis of a reflection about instrumentation and the dialectic between technical and conceptual work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), 245–274.
- Carlsen, M., Erfjord, I., & Hundeland, S. (2016). Distributed authority and opportunities for children’s agency in mathematical activities in kindergarten. In *CERME 9 – Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1917–1924). Prague, Czech Republic: CERME 9.

- Carlsen, M., Erfjord, I., Hundeland, S., & Monaghan, J. (2016). Kindergarten teachers' orchestration of mathematical activities afforded by technology: agency and mediation. *Educational Studies in Mathematics*, 1–17.
- Domingos, A., Santiago, A., Costa, C., & Machado, R. (2018) On-line platform as an artefact for teaching and learning mathematics. In E. Bergqvist, M. Österholm, C. Granberg, & L. Sumpter (Eds.), *Proceedings of the 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 5, p. 225). Umeå, Sweden: PME.
- Drijvers, P. (2012). Teachers transforming resources into orchestrations. In G. Gueudet, B. Pepin, & L. Trouche (Eds.), *From text to 'lived' resources: mathematics curriculum materials and teacher development* (pp. 265–281). New York/Berlin: Springer.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H., & Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), 213–234.
- Drijvers, P., Tacoma, S., Besamusca, A., Doorman, M., & Boon, P. (2013). Digital resources inviting changes in mid-adopting teachers' practices and orchestrations. *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 45(7), 987–1001.
- Drijvers, P., & Trouche, L. (2008). From artefacts to instruments: a theoretical framework behind the orchestra metaphor. In G. W. Blume & M. K. Heid (Eds.), *Research on technology and the teaching and learning of mathematics: Vol. 2. Cases and perspectives* (pp. 363–392). Charlotte, NC: Information Age.
- Erfjord, I., Carlsen, M., & Hundeland, P. S. (2016). Distributed authority and opportunities for children's agency in mathematical activities in kindergarten. In *CERME 9 – Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1918–1924). Prague, Czech Republic: CERME 9.
- Guin D., & Trouche, L. (Dir.) (2002). *Calculatrices symboliques: transformer un outil un instrument du travail mathématique, un problème didactique*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Lagrange, J. B., Artigue, M., Laborde, C., & Trouche, L. (2003). Technology and mathematics education: a multidimensional study of the evolution of research and innovation. In A. J. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. K. S. Leung (Eds.), *Second International Handbook of Mathematics Education* (pp. 239–271). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Lagrange, J. B., & C.-Degleodu, N. (2009). Usages de la technologie dans des conditions ordinaires: le cas de la géométrie dynamique au collège. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 29(2), 189–226.
- Lagrange, J. B., & Monaghan, J. (2009). On the adoption of a model to interpret teachers' use of technology in mathematics lessons. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne, & F. Arzarello (Eds.), *Proceedings of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1605–1614). Lyon, France: CERME 6.
- Lagrange, J. B., & Ozdemir Erdogan, E. (2009). Teachers' emergent goals in spreadsheet-based lessons: analyzing the complexity of technology integration. *Educational Studies in Mathematics*, 71(1), 65–84.
- Mariotti, M. A., & Maracci, M. (2010). Un artefact comme outil de médiation sémiotique: une ressource pour le professeur. In G. Gueudet & L. Trouche (Eds.), *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques* (pp. 91–107). Rennes, France: Presses Universitaires de Rennes et INRP.
- Monaghan, J. (2004). Teachers' activities in technology-based mathematics lessons. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9, 327–357.

- National Council of Teachers of Mathematics. (2011). *Strategic use of technology in teaching and learning mathematics*. Acedido em <https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Position-Statements/Strategic-Use-of-Technology-in-Teaching-and-Learning-Mathematics/>
- Pea, R. (1987). Cognitive technologies for mathematics education. In A. H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive Science and Mathematics Education* (pp. 89–122). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Rabardel, P. (1995) *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: Armand Colin.
- Rabardel, P., & Samuçay, R. (2001). *From artifact to instrumented-mediated learning, New challenges to research on learning*. International symposium organized by the Center for Activity Theory and Developmental Work Research, University of Helsinki, March 21–23.
- Ruthven, K. (2002). Instrumenting mathematical activity: reflections on key studies of the educational use of computer algebra systems. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), 275–291.
- Tabach, M. (2013). Developing a general framework for instrumental orchestration. In J. Trgalova & H.-G. Weigand (Eds.), *Proceedings of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2744–2753). Ancara, Turquia: CERME 8.
- Teixeira, P. (2015). *Construindo novas ferramentas didáticas em matemática: professores, aula e recursos tecnológicos*. Tese de doutoramento, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal
- Trouche, L. (2003). From artifact to instrument: mathematics teaching mediated by symbolic calculators. In P. Rabardel & Y. Waern (Eds.), *Special issue of Interacting with Computers*, 15(6), 783–800.