



# NARRAÇÕES MULTIMODAIS: UMA E-FERRAMENTA AO DISPOR DA INVESTIGAÇÃO

## MULTIMODAL NARRATIVES: AN E-TOOL AVAILABLE TO RESEARCH

**J. Bernardino Lopes e M. Clara Viegas**

DOI: <https://doi.org/10.34627/uab.edel.15.10>

### RESUMO

As Narrações Multimodais (NMs) surgiram há mais de uma década, pela dificuldade sentida por um grupo de investigadores em Educação de Ciências em conseguir “entrar” verdadeiramente nas salas de aula. Atualmente, é uma ferramenta validada pela comunidade científica. A NM como ferramenta permite: (a) a estruturação da recolha de dados, (b) a elaboração de uma descrição multimodal de uma prática de ensino com determinadas características, (c) a constituição de um acervo digital e público de NM de práticas de ensino em diferentes contextos. Neste capítulo apresenta-se uma visão geral da investigação já realizada, usando NM de práticas de ensino numa perspetiva de *Open Science*. Torna-se patente a diversidade de linhas e focos de investigação, referindo-se alguns dos principais contributos alcançados. O portal digital “Multimodal Narratives” (acervo e ferramenta NM) constitui-se como uma e-ferramenta ao serviço da melhoria das práticas de ensino e da investigação em Educação, em particular a investigação qualitativa, dada a riqueza dos dados disponíveis. A e-ferramenta NM mostra-se valiosa para ajudar o investigador em educação na recolha de dados, no armazenamento e tratamento de dados, na comparabilidade entre dados de diferentes fontes e na disseminação de resultados.

**Palavras-chave:** Narrações multimodais; Portal digital; Investigação em educação; Ciência aberta



## ABSTRACT

Multimodal narratives (MNs) emerged more than a decade ago, due to the difficulty felt by a group of researchers in Science Education to truly "enter" the classrooms. Currently, it is a tool validated by the scientific community. MN as a tool allows: (a) the structuring of data collection, (b) the elaboration of a multimodal description of a teaching practice with certain characteristics, (c) the constitution of a digital and public collection of MN of teaching practices in different contexts. This chapter presents an overview of research already conducted using MN teaching practices from an Open Science perspective. It becomes evident the diversity of lines and focuses of research referring to some of the main contributions achieved. The digital portal "Multimodal Narratives" (MN collection and tool) is an e-tool at the service of improving teaching practices and research in Education, in particular qualitative research, given the richness of the available data. The MN e-tool is valuable to assist the educational researcher in data collection, data storage and processing, comparability between data from different sources and dissemination of results.

**Keywords:** Multimodal narratives; Digital portal; Education research; Open science



## INTRODUÇÃO: A NECESSIDADE DAS NARRAÇÕES MULTIMODAIS

### Melhorar a qualidade das aprendizagens de Ciências e tecnologia: em busca de soluções

Na Investigação em Educação, existe a dificuldade em fazer estudos empíricos acerca das práticas de ensino e de aprendizagem. Isto é fruto da complexidade de fatores que uma aula envolve, como a sua preparação, execução e resultados, mas também por ser difícil entrar de facto na sala de aula sem a perturbar de alguma forma. O facto de envolver pessoas (professores, alunos), torna-a muito delicada. Os instrumentos de recolha de dados das práticas de ensino normalmente usados, como gravações de vídeo ou áudio (Kung et al., 2005), as técnicas como o *noticing* (Mason, 2002), diários (Hundhausen, 2002), relatos (Alsop et al., 2005) ou narrativas (Craig, 2011), etc., implicam muitas vezes alterações subjacentes do ambiente normal da sala de aula, carecem de uma perspetiva globalizante ou são manifestamente insuficientes para, *per si*, aferir o que procuramos estudar – a melhoria da qualidade das práticas de ensino e seu impacto na qualidade das aprendizagens. Por isso, é da maior importância articular as práticas de ensino com a investigação educacional, de forma a conseguir uma evolução construtiva que leve à melhoria do ensino e da aprendizagem.

Com o objetivo de contribuir para uma visão holística, complexa e multimodal acerca do que acontece dentro da sala de aula e de facilitar comparações entre práticas de ensino de professores, independentemente do domínio científico tratado, foi desenvolvida a ferramenta Narrações Multimodais (NM). Esta ferramenta, desde o início, ajuda a estruturar a recolha de dados multimodais diversificados (fotografias, organização da sala, diálogos, ações de professor e alunos, trabalhos realizados, reações, etc.) que, tal como peças de um puzzle, auxiliem, *a posteriori*, a contar a história da aula e a torná-la um documento “vivo”. A sua finalidade é ajudar a produzir um documento estruturado, o mais completo possível, acerca dos acontecimentos que a antecederam, sua contextualização, intenções do professor, a forma como o professor propõe e apoia o trabalho durante a aula, as perceções durante o seu decorrer, assim como as reações dos alunos, o trabalho efetivamente produzido, ou o fecho de cada atividade. O documento NM deverá ser elaborado de tal modo que, através do fio condutor da narrativa, transmita ao leitor o seu carácter genuíno, reconhecendo-a este como o relato de uma aula real. Não pretende mostrar aulas ideais ou apenas aulas que “correram bem” ...O leitor (professor e/ou investigador) verá utilidade na reflexão e/ou análise sobre aspetos positivos ou menos positivos. Por outro lado, as NM (documento) pretendem captar a intencionalidade do professor, mas, em simultâneo, mostrar essa prática de ensino, o mais descritiva e isenta possível, evitando



justificações ou juízos de valor, e deixando ao leitor a possibilidade dessa análise.

Na sua forma final, a NM é um documento de simples leitura que preserva a natureza complexa do seu foco. Representa uma descrição multimodal, autocontida, fidedigna e que pode ser tornada pública (sem prejuízo do anonimato dos intervenientes). Tem características que permitem a comparabilidade (mesmo em contextos diferentes) e fomenta a reflexão e investigação em educação.

Mas não existem outras ferramentas para estudar as práticas profissionais? Na verdade, como veremos, existem muitos outros processos de recolha de dados, mas não têm completude, compreensão holística, e o detalhe e a facilidade de manejamento (uma vez concluídas) que esta ferramenta possui. De facto, a NM é uma ferramenta que cumpre três funções: (a) recolher dados, (b) organizar o seu armazenamento, e (c) transformar dados no sentido de serem mais facilmente manejáveis e obter-se uma descrição validada da realidade objeto de estudo.

Qual a mais-valia das NM documento? Uma vez feitas, permitem comparabilidade e estudo com diferentes focos e perspetivas de investigação (Lopes & Cunha, 2017) e usam a multimodalidade característica da linguagem das Ciências, Matemática e Tecnologia (Lopes, 2020).

### **Como é que as Narrações Multimodais foram desenvolvidas**

A equipa de investigação liderada por J. B. Lopes teve sempre como preocupação a recolha de informações relevantes e detalhadas sobre as práticas de ensino em sala de aula, minorando as interferências ao seu normal funcionamento. Daí a insatisfação com as ferramentas existentes e a busca por encontrar uma outra solução que permitisse melhorar esta aferição e ajudasse especificamente com a investigação das práticas de ensino do professor em sala de aula.

Em 2007, na primeira fase do desenvolvimento da ferramenta, identificaram-se os pontos cruciais que se pretendiam colmatar para conseguir perceber a prática de ensino como um todo: (a) compreender a aula no seu ambiente através da sua contextualização (Tytler, 2003), nomeadamente as características de ensino e contexto sociocultural da escola, material curricular, recursos, caracterização dos



professores e alunos; e (b) recolher indicadores sobre o decorrer da aula efetiva (Borko et al., 2007; Martínez et al., 2012), nomeadamente a prática letiva em sala de aula, artefactos usados, relatos, documentos produzidos, etc.

Em 2008, por influência do trabalho de Mason (2002), percebeu-se que a recolha de informação que não era suscetível de ficar registada em áudio ou vídeo era igualmente fundamental. Assim, alargou-se a recolha de dados para uma coleção mais diversificada e completa das práticas de ensino, que incluíam não só as gravações áudio e as notas feitas por professores (de preparação da aula e dos resultados alcançados), mas também fotografias (dos quadros negros, da sala, dos cadernos dos alunos), planta da sala e descrição da posição predominante de professor e alunos, materiais utilizados nas aulas (audiovisuais, apresentações de slides, resumos das aulas, tarefas propostas aos alunos, esquemas, figuras...), registo de comportamentos e ainda testes administrados aos alunos sobre perceções (do ensino e da aprendizagem), atitudes, competências e conceitos. Esta primeira abordagem ao primórdio da ferramenta foi expressa na literatura em Lopes et al. (2008).

Numa segunda fase, testou-se a ferramenta. Depois de analisar as primeiras narrações (ainda sem elementos multimodais), o grupo de investigação apercebeu-se de alguns aspetos que cada autor elaborava à sua maneira. Entre outros problemas identificados, havia aspetos que uns colocavam e outros não, diferentes focos em que se concentravam, lacunas no fio narrativo, em explicações mais ou menos subjetivas, ou a nível do detalhe da exposição didática da matéria curricular lecionada. O objetivo não era produzir um documento para ensinar as matérias, nem justificação das opções didáticas. Pretendia ser um documento em que se evidenciassem as intervenções dos vários atores, com um fio narrativo estritamente cronológico, e sobre a forma como o professor organizava o ambiente em sala de aula, que autonomia dava aos alunos, que interações fomentava, como propunha o trabalho aos alunos, como agia perante diferentes situações, qual era a sua intencionalidade nas escolhas que fazia e na tomada de decisões, etc. Embora cada autor pudesse dar o seu cunho pessoal na escrita da narrativa, era fundamental que estes pontos se uniformizassem e o foco fosse sempre o mesmo: as ações e linguagens de professor e alunos.

Assim, concluiu-se que, de forma a ter documentos comparáveis, estes deviam ter o mesmo formato e o mesmo foco. Com este intuito afinaram-se algumas características que as narrações deviam ter, independentemente da aula e do narrador, e as respetivas indicações



a dar aos autores. Introduziram-se seções específicas: na 1ª seção, o relato sucinto da aula inteira com o guião sumariado de toda a aula e informações contextuais que ajudassem a compreender o seu enquadramento; e, numa 2ª seção, a narração das ações e diálogos entre professores e alunos na apresentação de cada tarefa desde o início até ao seu término.

Por outro lado, a narração deveria ser uma história com fio narrativo cronológico, verdadeira e comprovável (estabelecendo ligações com os elementos recolhidos antes, durante e após a aula para assegurar a sua fiabilidade) e incorporar no texto alguns desses elementos multimodais de forma a tornar o relato uma aula viva. Desta forma, pretendia-se garantir ao máximo documentos descritivos, claros e fiáveis aos acontecimentos em sala de aula. Uma característica fundamental era estarem estruturados na sequência cronológica das tarefas/atividade que tiveram lugar – os episódios.

Deste modo, conseguiu-se padronizar e uniformizar o mais possível as narrações entre si. Chegou-se a um conjunto de princípios orientadores: (a) existência de um conjunto de procedimentos para recolher dados; (b) indicação de um conjunto de passos para a resolução do problema da objetividade e da sistematicidade da narração (sem prejuízo de incluir informações sobre aspetos subjetivos do ensino); e (c) a necessidade da ligação da narração aos restantes dados multimodais. Durante a fase inicial da elaboração deste instrumento, recorreu-se a consultadoria externa de investigadores nacionais e estrangeiros, os quais ajudaram a fixar o estabelecimento de um protocolo (ferramenta NM) para elaborar e validar as MN (documentos).

Usou-se pela primeira vez a expressão “Narração Multimodal” em Lopes et al. (2010) e a expressão em inglês “Multimodal Narrative” na literatura internacional em Santos et al. (2011). Finalmente a ferramenta foi validada na comunidade científica em 2014 (Lopes et al., 2014).

O processo de refinar a ferramenta é um processo contínuo, e desde então, com a ajuda de NM feitas por muitos professores, investigadores e outros profissionais, foram sendo realizados ajustes pontuais para a melhoria contínua das NM produzidas.



## A FERRAMENTA NARRAÇÃO MULTIMODAL: PROPÓSITO, NATUREZA, CRIAÇÃO

### Para que servem as Narrações Multimodais

Como referimos anteriormente, a equipa que desenvolveu a NM fê-lo pela necessidade sentida no âmbito de um processo de investigação. Este contexto, do qual emerge esta ferramenta, constitui desde logo um campo privilegiado de uso.

Como uma das características desta ferramenta é a sua representatividade, i.e., o seu foco não se prende com o conteúdo da aula, mas sim nas ações e linguagens do professor e dos alunos, um investigador pode usar NM de áreas distintas e, mesmo assim, conseguir refletir sobre os aspetos didáticos e pedagógicos associados à prática de ensino. Ou seja, uma NM, depois de validada e tornada pública, pode ser usada por vários profissionais. O próprio ato de elaboração de uma NM envolve reflexão e desenvolvimento profissional, podendo este percurso ser ele próprio objeto de investigação. Por último, o conjunto de NM existentes, independentemente do contexto, podem ser usadas para investigação inúmeras vezes e com propósitos diferentes. Cada investigador, escolhendo as NM que considere pertinentes, poderá analisá-las segundo o seu foco de investigação. Desta forma, uma NM pode servir vários focos de investigação.

Os estudos de natureza qualitativa na investigação em educação surgiram devido à necessidade de conseguir estudar a complexidade dos contextos educativos dado o envolvimento de vários intervenientes (Bogdan & Knopp, 1997). As NM apresentam grande adequação a processos desta natureza, pela sua capacidade de transportar de forma organizada e sistemática, dados muito relevantes acerca do ensino e da aprendizagem, propiciando a investigação em educação.

Embora a experiência da equipa no uso da NM seja predominantemente em investigações qualitativas e mistas, há grande potencialidade também em processos quantitativos de investigação devido à sua grande capacidade de preservação de dados. A comparabilidade entre diferentes NM permite olhar para um campo de dados exponencialmente crescente.

Por outro lado, tal como a NM pode ter como autores, professores ou investigadores (ou outros profissionais), também enquanto produto final, pode servir outros propósitos. O recurso a NM permite dar centralidade a olhares diversos, trazer factos para a observação e



discussão, partilhar dinâmicas com princípio, meio e fim. Pode ser diretamente usada no desenvolvimento profissional ou na aprendizagem da profissão (de professor ou outra). A este nível, ela pode ter dois tipos de uso: 1) A leitura de uma ou mais NM e reflexão acerca da mediação observada; 2) Para além da anterior, conseguir refletir sobre a própria prática (corrente ou futura) e elencar aspetos importantes a manter ou modificar.

Na Figura 1 pretende-se mostrar todos estes caminhos possíveis de uso das NM e seus propósitos.

**Figura 1 - Ligação entre Investigação em Educação e Prática Letiva através das NM**



A NM, pelas suas características, assume-se como um instrumento robusto, capaz de preservar e organizar dados de acontecimentos e realidades flexíveis, potenciando a capacidade de reflexão nelas centrada.

### **A Narração Multimodal como documento**

Uma NM, como documento, é uma descrição validada de uma realidade irrepetível (o que aconteceu na sala de aula), confiável (congruente com os dados) e pública (uma vez que depois de terminada, pode ser divulgada a comunidades de interesse).

As características centrais de uma Narração Multimodal são:

1. Ser um relato descritivo completo e autocontido com um fio narrativo cronológico explícito (predomínio de substantivos e verbos, evitando adjetivos, com o mínimo de interpretação possível)
2. Ser uma história genuína (tem a marca do autor) e singular (ocorre em tempos, espaços e circunstâncias particulares e únicas);
3. Ser um relato verdadeiro e comprovável, através da ligação a outros dados: gravações áudio, vídeo e outros dados, documentos produzidos pelos alunos, tarefas dadas pelo professor, etc.;



4. Ter elementos multimodais (por exemplo, esquemas feitos no quadro, organização do espaço, reações dos alunos, reprodução de excertos de diálogos, silêncios, etc., decisões/intenções do professor – esta componente multimodal é fundamental, pois não é registável de outro modo -, etc.). Estes elementos devem aparecer, quando forem significativos e relevantes para a história;
5. Ser um relato sempre focado no que professor e alunos fazem e dizem, desde a apresentação de uma tarefa (seja de que tipo for), até que ela seja dada como finda. Estas unidades em redor das tarefas são designadas de episódios. Cada NM terá um ou mais episódios apresentados pela ordem em que aparecem na aula.

Uma NM tem a seguinte estrutura:

- (a) elementos contextuais (tempos, espaços e circunstâncias particulares da aula, características de professor e alunos), planta da sala de aula e posição predominante de professor e alunos; (b) descrição sucinta do fio condutor da aula, com os episódios/tarefas que marcaram o tempo cronológico da aula.
- relato descritivo, detalhado e multimodal de cada episódio indicando a hora do início e a hora do fim, pela ordem em que aparecem na aula.

Note-se a diferença para a transcrição de uma gravação de vídeo ou áudio de uma aula ou outro tipo de dados, que se vistos isoladamente, não representam uma descrição integrada, intersubjetiva e articulada do que aconteceu na sala de aula.

### **Como se fazem as Narrações Multimodais**

O narrador de uma NM pode ser o próprio professor ou um investigador que tenha acesso aos dados recolhidos pelo professor e dialogue com ele de forma estreita, para ser fidedigno em relação às suas intenções e decisões e ao que de facto se passou.

Embora o processo de construção de uma NM seja complexo, tem a vantagem de permitir estruturar os dados recolhidos, ajudar à reflexão sobre a prática de ensino e a melhoria da percepção que o próprio professor teve da sua aula.

Assim, a simples construção de uma NM é em si um processo de aprendizagem. Este processo passa por três fases essenciais estabelecidas



num protocolo: (a) a recolha de dados da sala de aula; (b) a escrita da narração e incorporação dos elementos multimodais; (c) a validação da NM. Sumariamos de seguida os aspetos importantes a ter em conta em cada uma destas fases.

### Indicações sobre a recolha de dados da sala de aula

Em primeiro lugar, dever-se-á ter o cuidado de identificar todos os elementos que poderão vir a ser importantes (relevantes para a descrição da prática de ensino e para a aprendizagem dos estudantes), assim como as formas de os recolher. Uma vez que a aula será um acontecimento irrepetível, dever-se-á assegurar a recolha de todo o tipo de dados que atestem a forma como decorreu a aula.

Pela sua natureza, os dados podem ser divididos em dois grandes grupos: dados independentes (que poderão ser analisados por qualquer pessoa), como seja a gravação áudio, documentos escritos, fotografias, descrição de recursos, descrições contextuais da aula, etc.; e dados dependentes do professor (requerem a participação do professor para poderem ser narrados), como por exemplo as intenções do professor, perceções, ações e reações, atitudes, silêncios, gestos, decisões, etc. Assim, a NM torna-se não só um meio de recolha de dados, mas também de sistematização e organização dos mesmos, o que é muito útil para vários propósitos e não apenas para a investigação.

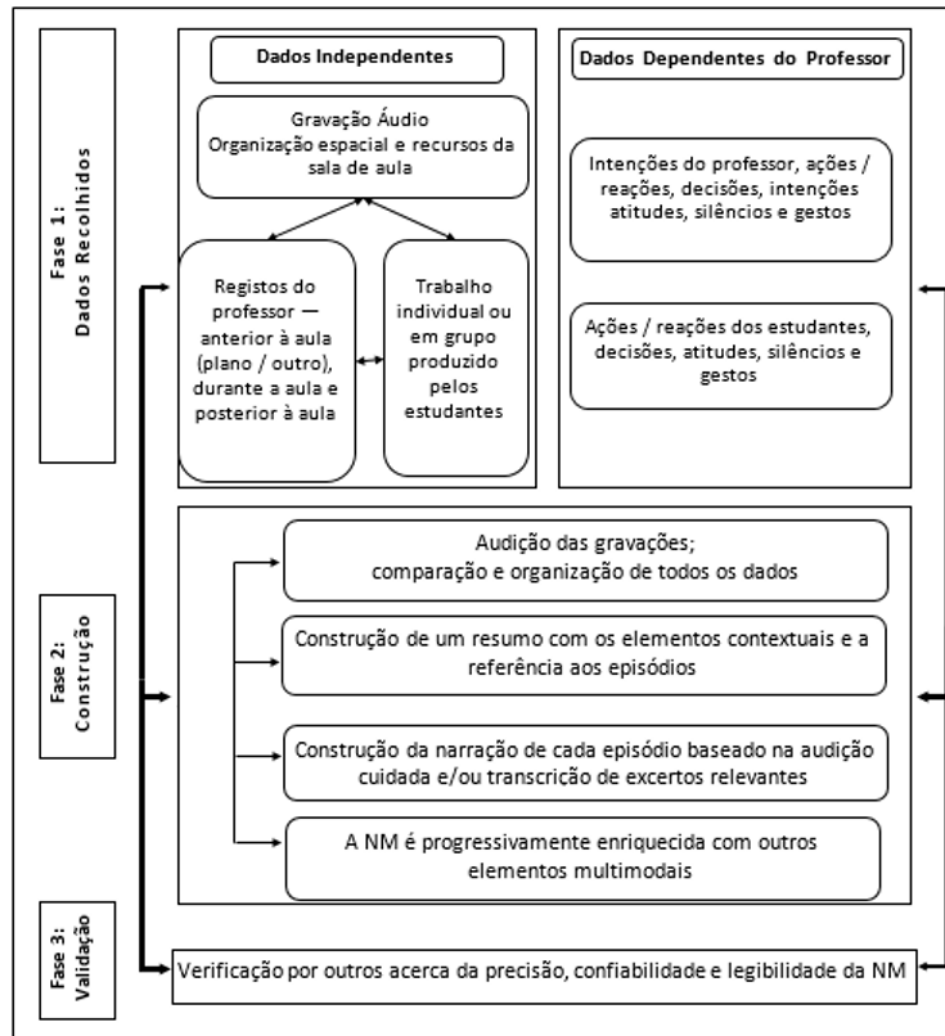
### Passos para a construção da narração multimodal

Após a fase de recolha de dados, a sequência habitual adotada pelo narrador para a construção da NM encontra-se expressa na Figura 2 e pode ser resumida da seguinte forma:

- i. reunir, comparar e organizar os dados independentes e dependentes;
- ii. ouvir a gravação (áudio ou vídeo) e identificar o cruzamento com os vários aspetos multimodais recolhidos;
- iii. identificar todos os episódios;
- iv. elaborar um relato resumido de toda a NM (contextualização e breve descrição de cada episódio referenciando os episódios pela ordem em que ocorreram);
- v. narrar cada episódio (ouvindo novamente a gravação com mais detalhe, focando em ações e linguagem dos intervenientes);
- vi. enriquecer progressivamente a NM com todos os elementos multimodais.



Figura 2 - Construção da NM: o processo e as suas fases. (adaptado Lopes et al., 2014)



Ao longo da narração, o autor deve selecionar os segmentos pertinentes de cada episódio e fazer a transcrição de partes que considere relevantes para a percepção dos acontecimentos (como por exemplo alguns diálogos entre alunos ou com o professor). Por vezes, como em trabalhos de grupo, poderão existir acontecimentos síncronos (no caso de ter vários gravadores áudio espalhados pela sala). Assim, o registo da contagem do tempo da gravação áudio deverá ser referido nos episódios de forma regular.

A NM acrescida dos elementos multimodais nela referidos, constitui uma unidade hermenêutica em que a NM é o documento central (Lopes et al., 2014). A NM deverá conseguir transportar o leitor para a vivência da aula, ou seja, deve transparecer a forma como se encadearam as ações e reconhecê-la como prática verdadeira. Assim, o narrador e o professor (no caso de não ser o próprio) deverão ler a NM e sentir-se confortáveis, atestando a sua veracidade.

#### Passos para a validação da narração multimodal

Depois de elaborada pelo narrador, uma NM é trabalhada e validada por investigadores independentes de modo a assegurar

que seja legível, autocontida, fidedigna e congruente com os dados recolhidos (Lopes et al., 2014). Este “selo de garantia” é ganho na fase de validação. Todas as NM têm de passar pela análise de outros investigadores que, de forma independente, atestam a sua exatidão, confiança e legibilidade.

Cada NM deve garantir o conjunto de características e qualidades definidas para as NM, assim como a coerência da sua estrutura



interna. Em caso de dúvida é solicitada a sua reformulação, e sujeita a reavaliação. Uma vez validada, uma NM não é alterada, pode-se tornar pública e pode ser usada para diversas finalidades.

## **CONTRIBUTO DAS NM PARA A METODOLOGIA QUALITATIVA NA INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

Constituir um acervo de NM, disponível e público, permite ter uma variedade considerável de dados sobre as práticas de ensino, que podem ser de considerável valor para a investigação educativa. O acervo de NM é, neste momento, constituído por relatos de práticas profissionais ligadas ao ensino de tópicos de STEM<sup>29</sup>. Pode, no entanto, ser estendido ao ensino de outras áreas de saber ou outro tipo de práticas profissionais. Sendo este acervo digital e pesquisável, permite que possa ser consultado em qualquer lugar, em qualquer momento e por qualquer investigador. Outro aspeto a relevar é que um tal acervo de NM permite estudar aspetos das práticas de ensino em pequena e grande escala e com metodologias de investigação de qualquer tipo.

Nas subsecções seguintes, daremos uma perspetiva da investigação que é possível fazer com o acervo de NM, centrando-nos nas práticas de ensino dos professores.

### **O problema da qualidade das práticas de ensino em STEM e o papel da investigação**

A qualidade das práticas de ensino é uma das preocupações centrais dos sistemas educativos e um dos motores da investigação em educação (Zepeda, 2012). Tem havido várias perspetivas de como melhorar as práticas de ensino e nem todas elas dão um papel de destaque à investigação (Winch et al., 2015).

Das perspetivas habituais para melhorar a qualidade das práticas de ensino que integram a investigação, destacam-se as seguintes (Lopes, 2017):

- a) Utilização de poucos resultados de investigação (com ou sem reflexão dos professores);
- b) Práticas de ensino baseadas em evidências da investigação;

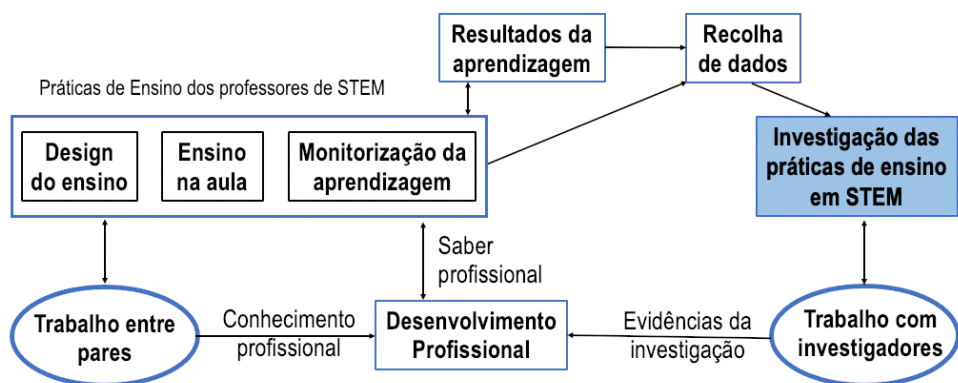
<sup>29</sup> *Science, Technology, Engineering e Mathematics* (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, em português).



- c) Investigação das práticas de ensino com a colaboração dos professores;
- d) Articulação das práticas de ensino de STEM e do trabalho de investigação para melhorar a aprendizagem dos estudantes.

A abordagem (b) tem sido fortemente criticada, dada a sua ineficácia, por assentar numa racionalidade técnica que ignora a especificidade do saber profissional dos docentes (McIntyre, 2005). A abordagem (d) foi conceptualizada por Lopes (2017) e está esquematizada sucintamente na Figura 3.

**Figura 3 - Quadro teórico para articular as práticas de ensino e o trabalho de investigação em ensino de STEM (Lopes, 2017)**



Neste quadro teórico, a articulação entre a investigação e o saber profissional consiste em fazer confluír no desenvolvimento profissional dois tipos de trabalho colaborativo: o trabalho colaborativo entre investigadores e professores num quadro de um trabalho de investigação mutuamente relevante; e o trabalho colaborativo entre profissionais.

A melhoria da qualidade das práticas de ensino, em geral, e em particular as de ensino de STEM, enfrenta dois tipos de problemas.

Um é ter acesso a dados das práticas de ensino, o outro é considerar uma abordagem da investigação que verdadeiramente impacte na qualidade das práticas de ensino e, deste modo, se possa melhorar a qualidade das aprendizagens. É o que veremos a seguir.

### Aceder aos dados das práticas de ensino

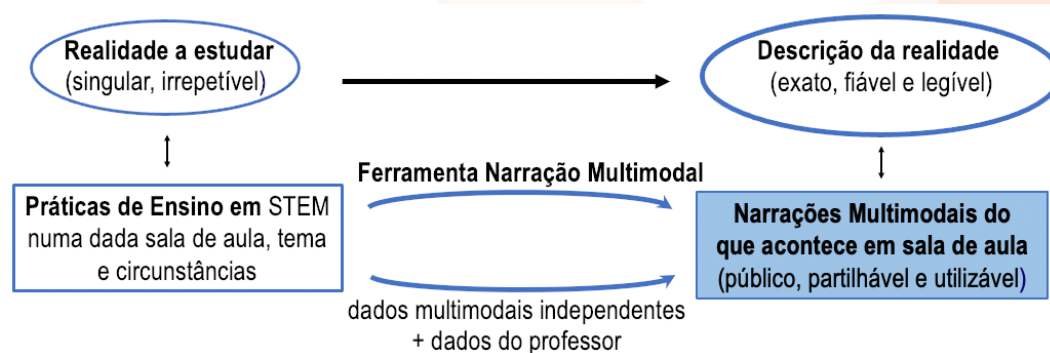
Para abordarmos a qualidade das práticas de ensino em STEM é necessário aceder a um repertório diversificado de práticas de ensino, para os estudos poderem ser feitos ora em profundidade ora em perspetiva mais abrangente. Em qualquer dos casos esse repertório carece de ser público e utilizável para vários propósitos.



Em termos epistemológicos, o problema consiste em ter uma forma de descrever a realidade objeto de estudo (as práticas de ensino de STEM) que tem sempre aspetos singulares e irrepetíveis, de forma o mais exata, fiável e legível possível (Figura 4). É o primeiro grau de abstração no tratamento da realidade da aula, representando um passo essencial na construção do conhecimento científico (Mugur-Schächter, 2006).

Formalizámos o problema em 2014 (Lopes et al., 2014) e as características da ferramenta NM já foram apresentadas acima.

**Figura 4 - Conceptualização sobre o papel da Ferramenta NM na obtenção de NM do que acontece em sala de aula.**



Como conceptualizado na Figura 4, para se construir um repertório digital de descrições do que acontece em sala de aula de modo que possam ser públicas, partilháveis e utilizáveis de um modo comparável, é necessário usar uma ferramenta para estruturar as descrições e até a própria recolha de dados. Usando a ferramenta NM e com os dados recolhidos, requeridos pela própria ferramenta, é possível ampliar um acervo digital de NMs que podem ser utilizadas por investigadores, em qualquer momento, com propósitos específicos.

O acervo de NMs, manejável e pesquisável, sendo constituído pela descrição de práticas de ensino de diversos professores e em diferentes circunstâncias permite que as práticas de ensino STEM se tornem públicas, utilizáveis, e partilháveis, preservando a sua natureza holística, complexa e multimodal.

### **Investigação sobre a qualidade das práticas de ensino na STEM (visão geral)**

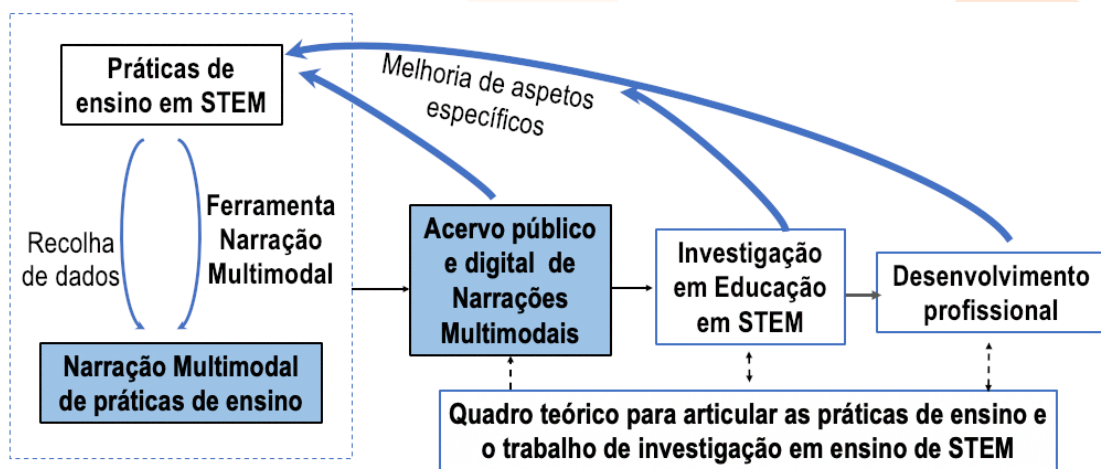
Usando o acervo de Narrações Multimodais, acervo digital e *online*, é possível fazer investigação das práticas de ensino de STEM utilizando



diferentes quadros teóricos cobrindo várias dimensões do ensino e da aprendizagem de STEM e recorrendo a diferentes abordagens metodológicas.

O propósito de se ter um acervo digital *online* é poder contribuir para a melhoria de aspetos específicos das práticas de ensino, seja pela via da própria consulta do acervo, da investigação das NMs ou do contributo articulado entre a investigação e o desenvolvimento profissional (Figura 5).

**Figura 5 - Racional para acervo público e digital de Narrações Multimodais para poder ter impacto na qualidade das práticas de ensino.**



O que é fundamental para se fazer investigação das práticas de ensino STEM dentro da sala de aula, com impacto na qualidade das práticas de ensino, é (Lopes, 2017):

- Desenvolver um foco de investigação a partir das práticas de ensino STEM dos professores;
  - Usar as NM disponíveis no acervo, ou estender o existente elaborando e validando novas NMs;
  - Preparar ferramentas para acompanhar a aprendizagem dos alunos e avaliar os resultados da aprendizagem;
- Envolver os professores na investigação das práticas de ensino em ambientes de sala de aula, em sede de desenvolvimento profissional e tirando partido do trabalho colaborativo entre professores e investigadores.

Adoptar abordagens metodológicas qualitativas permite que sejam estudados aspetos importantes e escondidos das práticas de ensino. Desde logo, estas abordagens permitem gerar teorias ricas de sentido e que advêm de uma consideração mais respeitosa da realidade, fazendo emergir desta padrões, características e relações internas que as abordagens teóricas estabelecidas não são capazes de prever.



A abordagem geral que referimos, um modo de descrever as práticas de ensino e um quadro teórico que articule investigação com práticas profissionais, permitiu empreender diversas investigações conduzidas por vários investigadores. Destacamos algumas referindo o seu foco e os principais contributos (ver Tabela 1).

**Tabela 1- Alguns estudos com abordagem metodológica qualitativa que usaram NM de práticas de ensino**

<b>FOCO DOS ESTUDOS</b>	<b>CONTRIBUTOS PRINCIPAIS</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>
Avaliação e <i>feedback</i> dos estudantes	Neste processo de avaliação e <i>feedback</i> , sobressai a importância das intenções dos professores relativamente ao processo de avaliação, às tarefas escolhidas e ao <i>feedback</i> subsequente. O que é efetivamente implementado na sala de aula conduz a diferentes resultados.	(Viegas & Cruz, 2019)
Lidar com situações inesperadas na sala de aula	Os professores identificaram as situações e agem de forma a resolver o problema, interagindo com os seus alunos. Os alunos reagem às práticas destes professores de diferentes maneiras, todas conduzindo a que resolvam a tarefa, e/ou tornando-se mais envolvidos na sua aprendizagem. Nos casos em que os professores não agiram, os estudantes não compreenderam a tarefa ou adotaram uma atitude passiva em relação à aprendizagem.	(Cunha & Marques, 2019)
Relação entre conceitos	Dois campos conceptuais, água e energia, foram tratados a fim de promover a compreensão das relações entre eles. Revelou-se fundamental: utilizar conceitos, relacionar conceitos, formas de discernir as relações entre conceitos, aproveitar oportunidades de relacionamento criadas pelos estudantes e verificar se certas relações foram alcançadas pelos estudantes.	(Barbot, 2019)
Práticas de ensino de Álgebra Linear	A utilização de NMs das aulas de álgebra linear permitiu a reflexão e modificação das práticas de ensino. Em particular permitiu "observar", analisar e melhorar as práticas de ensino de álgebra linear em diversos aspetos.	(Costa & Gonçalves, 2019)
Melhorar o impacto das representações visuais no ensino da Matemática	Com o auxílio das NMs das aulas de um professor, é possível melhorar os tratamentos visuais de representações matemáticas. Este processo permite que a ajuda do professor se torne eficaz para os alunos apropriarem os tratamentos visuais como ferramentas epistémicas para aprenderem matemática.	(Montenegro et al., 2018)
Desenvolvimento de práticas epistémicas em aulas de Ciências Físicas	Através da análise de conteúdo das NM é possível uma boa compreensão da natureza multimodal das práticas de ensino e aprendizagem. A riqueza de elementos das NMs permite a identificação, categorização e caracterização de ações de mediação de professores que promovem, suportam, e ampliam o desenvolvimento das práticas epistémicas dos alunos.	(Saraiva, 2019)



**Tabela 1 - Alguns estudos com abordagem metodológica qualitativa que usaram NM de práticas de ensino (cont.)**

<b>FOCO DOS ESTUDOS</b>	<b>CONTRIBUTOS PRINCIPAIS</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>
Decisões do professor na sala de aula para desenvolver a atividade epistêmica dos alunos	Baseado em dois estudos de caso de professores do ensino secundário e superior e usando NMs das respetivas aulas, mostra-se que as decisões pedagógicas do professor, independentemente do nível de ensino, têm impacto no trabalho epistémico dos estudantes na sala de aula. As diferenças encontradas estão relacionadas com as especificidades dos diferentes contextos.	(C. A. Santos, 2019)
Registos Semióticos da linguagem usada em aulas de Química	A análise qualitativa de NMs de várias aulas de um professor brasileiro permitiu a identificação e a compreensão dos registos semióticos presentes nas aulas conduzidas por um professor de química. O estudo revelou a existência de vários registos semióticos presentes nas aulas, mas pouca exploração dos processos de conversão entre registos semióticos por parte do professor e, portanto, dos alunos, o que resulta em dificuldades na aprendizagem de conceitos químicos.	(Maria, 2019)
Converter os recursos digitais (DR) utilizados por professores do ensino superior em ferramentas epistêmicas (ET) para melhorar a qualidade da aprendizagem dos estudantes.	Estes estudos avançam em duas direções: 1) caracterizar os modos de orquestração instrumental que são eficazes para o uso de DR como ET; 2) caracterizar (três) modos de orquestração instrumental em vez dos tipos de orquestração instrumental. Em particular, os resultados mostram que (a) existem três modos de orquestração instrumental que influenciam o uso de DR pelos estudantes como ET: tempo; mediação de professores; articulação entre DRs; (b) o modo mais decisivo para converter os DR em ET é a mediação do professor (tipo de tarefa, autonomia dos estudantes fornecida, movimentos epistêmicos e ligação entre DR e aprendizagem); (c) o tempo é decisivo especialmente para o uso de DR como ET em alto grau; (d) uma articulação mais extensa entre DRs pode favorecer o uso de DR como ET.	(Lopes & Costa, 2019, 2021)
Formação de professores	Os estudantes, professores e os supervisores que experimentaram o uso do MN no âmbito da sua formação, mostram o interesse destes atores no uso da ferramenta MN, bem como a sua eficácia nos processos formativos.	(Pinto, 2019)
O papel da ferramenta NM no desenvolvimento profissional dos professores	Este processo é difícil e complexo e envolve tanto os próprios professores como outros profissionais. As NMs são uma ferramenta que torna possível a colaboração entre professores e entre professores e investigadores para se estudar as práticas de ensino. Este trabalho colaborativo, ao longo de anos, resulta em importantes melhorias incrementais nas práticas de ensino dos professores.	(Lopes, 2019)
Desenvolvimento profissional autodirigido, durante 10 anos, para melhorar o ensino eficaz de Ciências Físicas e o seu impacto nas práticas epistêmicas dos alunos.	Cada ciclo de investigação de ação tem uma fase de planeamento (conceção de tarefas, plano de ensino), uma fase de implementação (inclui recolha de dados) e, finalmente, uma fase de investigação. Foram utilizadas ferramentas em todas as fases. As NMs foram utilizadas nos ambientes de colaboração entre pares e de colaboração com investigadores. Foi possível identificar que há traços marcantes do ensino do professor que não se alteram. O que mudou com os anos foi a importância relativa de cada traço, o que tornou as práticas de ensino do professor diferentes e progressivamente mais eficazes para promover as práticas epistêmicas dos alunos e assim melhorar a aprendizagem dos alunos.	(Lopes & Cunha, 2017)
Professores em serviço num curso de desenvolvimento profissional <i>online</i>	As NMs foram utilizadas como instrumento de autorreflexão no âmbito de um programa de desenvolvimento profissional <i>online</i> para a formação de professores em serviço na Universidade Aberta, Portugal, durante duas edições de um curso de prática pedagógica. Este processo permite que os docentes tomem consciência dos processos formativos e do seu impacto nas práticas de ensino.	(Pedrosa et al., 2019)



## NM: OPORTUNIDADE PARA OPEN SCIENCE

No contexto da forte imersão das nossas sociedades em Ciência e Tecnologia, é fundamental assegurar que os avanços que visam a promoção do bem-estar, tanto para os indivíduos como para a sociedade, sejam de fácil acesso em termos de resultados, mas também em termos de procedimentos para chegar a esses resultados. Este princípio não só envolve o desafio de proporcionar às pessoas a capacidade de compreender e interagir em contextos científicos e tecnológicos, mas também engloba o reconhecimento da necessidade de encurtar o tempo entre a criação de novos conhecimentos, a sua disseminação, incorporação e a possibilidade de replicabilidade.

O movimento *Open Science* tem potencial para acelerar o desenvolvimento do conhecimento, ao contribuir para uma melhor disseminação da investigação científica e para a busca de soluções para os grandes desafios da sociedade (Vicente-Saez et al., 2020). Pretende fomentar o avanço científico, a partir da sua maior acessibilidade e tirando partido das redes de comunicação tecnológica atualmente disponíveis (Banks et al., 2019).

É um conceito amplamente reconhecido entre investigadores e instituições (Altunay et al., 2011; Fecher & Friesike, 2014). É suportado por vários governos a nível global, e visa essencialmente assegurar não só que o avanço científico seja acessível a todos mas também que esses avanços sejam feitos de forma transparente, nomeadamente fomentando a partilha de metadados relativa aos trabalhos de investigação publicados. Implica que não apenas os resultados desses trabalhos sejam publicados em acesso aberto, mas também os dados ou as metodologias de investigação utilizadas sejam tornadas públicas, de forma a esses estudos poderem ser replicados (Kunst & Degkwitz, 2019). Desta forma, também promove a colaboração e cooperação entre investigadores e professores, fomentando parcerias que de outra maneira poderiam não ser visíveis.

O tema tem sido muito debatido na comunidade científica, nomeadamente a nível da publicação científica, com algumas revistas de acesso aberto a passarem o ónus da despesa com a publicação do leitor para o autor (Banks et al., 2019). Mas este é só um dos aspetos do movimento *Open Science*. Mais-valias largamente aceites são a abertura ao conhecimento científico, a contribuição para



a sua integridade e aumento da possibilidade de replicabilidade (Banks et al., 2019). Um exemplo disto, é a forma como a sociedade se viu obrigada a lidar com a Pandemia SARS-CoV-2, percebendo a importância da comunidade científica partilhar rapidamente os seus dados e resultados em busca de um bem comum (Hak et al., 2020).

Nas secções anteriores indicou-se como as práticas de ensino podem ser tornadas públicas e partilháveis, preservando a sua natureza holística, complexa, e multimodal utilizando as NM. Esta capacidade toma suma importância quando se assume na comunidade científica este apelo ao movimento de *Open Science*. A equipa de investigadores que desenvolveu a ferramenta NM, em sintonia com este movimento, foi desde cedo sensível às dimensões da disseminação e da partilha de dados e resultados. Por um lado, foi considerado desde o início muito importante a divulgação junto de outras equipas de investigação e também junto de outros professores. As NMs permitem aos investigadores ultrapassar a dificuldade de entrar numa sala de aula e obter dados fiáveis sobre práticas de ensino. Assim, além de facilitar o acesso aberto aos dados, promove uma disseminação pública de práticas letivas que possam ser usadas por diferentes profissionais (nomeadamente professores e investigadores) e sob diferentes desígnios. A equipa publica e disponibiliza um extenso *corpus* de dados já produzidos e validados (*Multimodal Narratives*, 2017), que podem ser explorados por outras equipas de investigadores noutros locais e com outras perspetivas em mente. Com esta partilha, espera-se que estes recursos "prontos a usar" constituam um incentivo para a estruturação de redes de investigação novas ou expandidas. Por outro lado, a equipa de investigadores também promove que qualquer professor ou investigador que queira usar a NM como ferramenta e desenvolver as suas próprias NMs também o possa fazer. Os documentos para essa preparação também são de domínio público (*Multimodal Narratives*, 2017), assegurando a replicabilidade promovida pelo movimento *Open Science*.

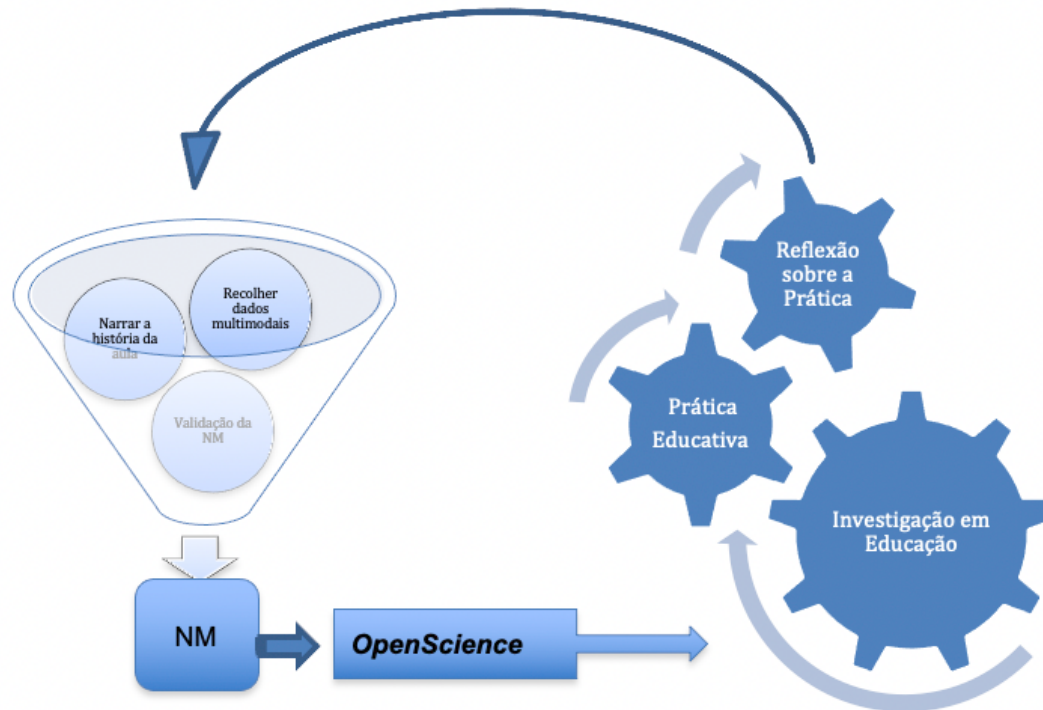
Desta forma, como se mostra na Figura 6, numa perspetiva *Open Science*, as NMs abrem possibilidades para:

- Investigar práticas de ensino, comparando diferentes níveis de ensino, diferentes abordagens, diferentes contextos, ou outras, permitindo uma compreensão mais profunda das temáticas analisadas e assim contribuir para o avanço da ciência;
- Aumentar o número de novas parcerias e redes de investigação, em diferentes países e contextos, e mesmo outros perfis profissionais;
- Formação de professores e desenvolvimento profissional, porque a investigação de práticas profissionais pode influenciar a qualidade das práticas de ensino.



- Aumentar o número de NM disponíveis e assim alimentar o ciclo.

Figura 6 - A perspectiva Open Science das Narrações Multimodais



### Perspetiva digital no uso das NM

A perspectiva da *Open Science* só é possível de alcançar na sua plenitude, na era digital em que vivemos. Seria impensável falar em acesso aberto de investigação científica, metadados, metodologias investigativas, repositórios científicos, etc., não fora tão fácil poder aceder a esta informação de qualquer parte do mundo, e mesmo poder comunicar à distância e criar parcerias com os vários pontos do globo (Vicente-Saez et al., 2020).

A partilha das NMs, segundo esta perspetiva, também só pode ser globalmente realizada usando o portal web (*Multimodal Narratives*, 2017), onde qualquer pessoa com acesso à rede digital pode encontrar a coleção de NMs validadas

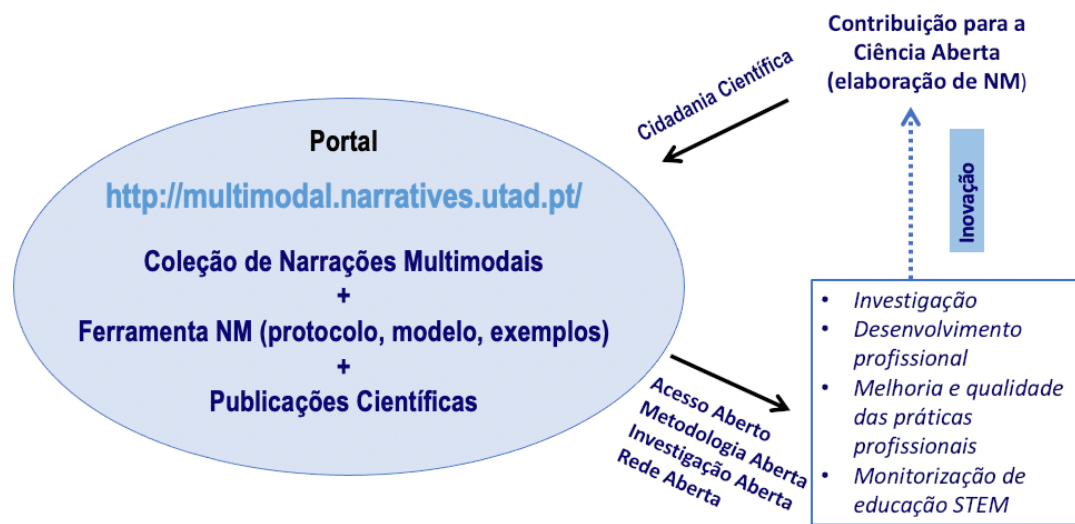
(em português e inglês) além de outros recursos associados à ferramenta, como mostrado na Figura 7. As NMs, tomando partido da articulação entre investigadores e professores, facilitam a comunicação entre eles e promovem não só a disseminação dos resultados da sua investigação, mas também ajudam ao desenvolvimento profissional dos intervenientes. Ora nesta era digital, uns e outros não precisam de estar fisicamente no mesmo local, tão pouco no mesmo continente.

Os métodos qualitativos da investigação em educação têm como premissa valorizar a riqueza das interações entre professores e alunos e analisar diferentes comunidades com profundidade e detalhe.



A perspetiva da utilização das NMs digitalmente abre portas a análises qualitativas muito ricas, abrindo o leque de possibilidades para vários focos de investigação. Desta forma, podemos especular que as NMs digitais abrem portas à investigação digital em educação, que por sua vez têm como resultado o avanço no conhecimento que também poderá ser disseminado digitalmente.

Figura 7 - A perspetiva digital do Acesso Aberto no uso das NM



O portal digital “Multimodal Narratives” (*Multimodal Narratives*, 2017) (acervo e ferramenta NM) constitui-se como uma e-ferramenta ao serviço da melhoria das práticas de ensino e da investigação em Educação, em particular a investigação qualitativa dada a riqueza dos dados disponíveis. Qualquer investigador com a e-ferramenta NM pode estudar as práticas de ensino em profundidade. Além disso, dispõe de um conjunto de investigações já realizadas sobre práticas de ensino usando NMs e beneficiar de ajuda para recolher dados, armazenar e tratar dados, comparar dados de diferentes fontes, disseminar resultados e comunicar com outras comunidades científicas.



## REFERÊNCIAS

Alsop, S., Bencze, L., & Pedretti, E. (Eds.). (2005). *Analysing Exemplary Science Teaching*. Open University Press.

Altunay, M., Avery, P., Blackburn, K., Bockelman, B., Ernst, M., Fraser, D., Quick, R., Gardner, R., Goasguen, S., Levshina, T., Livny, M., McGee, J., Olson, D., Pordes, R., Potekhin, M., Rana, A., Roy, A., Sehgal, C., Sfiligoi, I., & Wuerthwein, F. (2011). A Science Driven Production Cyberinfrastructure—the Open Science Grid. *Journal of Grid Computing*, 9(2), 201-218. <https://doi.org/10.1007/s10723-010-9176-6>

Banks, G. C., Field, J. G., Oswald, F. L., O'Boyle, E. H., Landis, R. S., Rupp, D. E., & Rogelberg, S. G. (2019). Answers to 18 Questions About Open Science Practices. *Journal of Business and Psychology*, 34(3), 257-270. <https://doi.org/10.1007/s10869-018-9547-8>

Barbot, A. (2019). Using Multimodal Narratives to Study Relationships Between Concepts. Em J B Lopes, M. C. Viegas, & J. A. Pinto (Eds.), *Multimodal Narratives in Research and Teaching Practices* (pp. 109-125). IGI-Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8570-1.ch005>

Bogdan, R., & Knopp, S. (1997). *Qualitative Research for education*. Allyn & Bacon.

Borko, H., Stecher, B., & Kuffner, K. (2007). *Using artifacts to characterize reform-oriented instruction: The Scoop Notebook and rating guide*. CSE Technical Report 707. The Regents of the University of California. <https://cresst.org/wp-content/uploads/R707.pdf>

Costa, C., & Gonçalves, R. (2019). Looking at Linear Algebra Teaching Practices Through Multimodal Narratives. Em J B Lopes, M. C. Viegas, & J. A. Pinto (Eds.), *Multimodal Narratives in Research and Teaching Practices* (pp. 126-146). IGI-Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8570-1.ch006>

Craig, C. J. (2011). Narrative inquiry in teaching and teacher education. Em J. Kitchen, D. C. Parker, & D. Pushor (Eds.), *Advances in Research on Teaching* (Vol. 13, pp. 19-42). Emerald Group Publishing. [https://doi.org/10.1108/S1479-3687\(2011\)00000130005](https://doi.org/10.1108/S1479-3687(2011)00000130005)



Cunha, A. E., & Marques, C. (2019). Dealing With Unexpected Situations in the Classroom. Em J B Lopes, M. C. Viegas, & J. A. Pinto (Eds.), *Multimodal Narratives in Research and Teaching Practices* (pp. 64-79). IGI-Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8570-1.ch003>

Fecher, B., & Friesike, S. (2014). Open Science: One Term, Five Schools of Thought. Em *Opening Science* (pp. 17-47). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_2)

Hak, F., Abelha, A., & Santos, M. (2020). Open Science in Pandemic Times: A Literature Review. *Procedia Computer Science*, 177, 552-555. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.10.077>

Hundhausen, C. D. (2002). Integrating algorithm visualization technology into an undergraduate algorithms course: ethnographic studies of a social constructivist approach. *Computers & Education*, 39(3), 237-260. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(02\)00044-1](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(02)00044-1)

Kung, R. L., Kung, P., & Linder, C. (2005). Equipment issues regarding the collection of video data for research. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 1(1), (010105)1-(010105)9. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.1.010105>

Kunst, S., & Degkwitz, A. (2019). Open Science – the new paradigm for research and education? *Information Services & Use*, 38(4), 203-205. <https://doi.org/10.3233/ISU-180014>

Lopes, J. Bernardino. (2017). Researching science teaching practices in the classroom over two decades: What matters? Em J B Lopes, J. P. Cravino, E. Cruz, & A. Barbot (Eds.), *Teaching Science: Contributions of Research for Planning, Practice and Professional Development* (pp. 1-26). Nova Science Publishers.

Lopes, J. Bernardino. (2019). Using Multimodal Narratives in Professional Development to Support Collaborative Work. Em J B Lopes, M. C. Viegas, & J. A. Pinto (Eds.), *Multimodal Narratives in Research and Teaching Practices* (pp. 148-172). IGI-Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8570-1.ch007>



Lopes, J. Bernardino. (2020). O papel da linguagem científica na aprendizagem de Matemática. *Novas Tecnologias de Informação ao Serviço do Ensino/Formação – Atas do Ciclo de Seminários sobre Tecnologias no Ensino/Formação*, 60-65.

Lopes, J. Bernardino, & Costa, C. (2019). Digital Resources in Science, Mathematics and Technology Teaching – How to Convert Them into Tools to Learn. Em M. Tsitouridou, J. D. Diniz, & T. A. Mikropoulos (Eds.), *Communications in Computer and Information Science* (Vol. 993, pp. 243-255). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4_18)

Lopes, J. Bernardino, & Costa, C. (2021). *How digital resources can be used as epistemic tools enhancing STEM learning* [Manuscrito aceite para publicação]. Springer.

Lopes, J. Bernardino, Cravino, J., Branco, M., Saraiva, E., & Silva, A. (2008). Mediation of student learning: dimensions and evidences in science teaching. *Problems of Education in the 21st Century*, 9(9), 42-52. <http://oaji.net/articles/2014/457-1392298120.pdf>

Lopes, J. Bernardino, & Cunha, A. E. (2017). Self-directed professional development to improve effective teaching: Key points for a model. *Teaching and Teacher Education*, 68, 262-274. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.09.009>

Lopes, J. Bernardino, Silva, A. A., Cravino, J. P., Santos, C. A., Cunha, A., Pinto, A., Silva, A., Viegas, C., Saraiva, E., & Branco, M. J. (2014). Constructing and Using Multimodal Narratives to Research in Science Education: Contributions Based on Practical Classroom. *Research in Science Education*, 44(3), 415-438. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9381-y>

Lopes, J. Bernardino, Silva, A. A., Cravino, J. P., Viegas, C., Cunha, A. E., Saraiva, E., Branco, M. J., Pinto, A., Silva, A., & Santos, C. A. (2010). *Investigação sobre a Mediação de professores de Ciências Físicas em sala de aula*.



Maria, C. J. (2019). Researching Language and Semiotic Registers in Chemistry Lessons Using Multimodal Narratives. Em J B Lopes, M. C. Viegas, & J. A. Pinto (Eds.), *Multimodal Narratives in Research and Teaching Practices* (pp. 324-338). IGI-Global.

<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8570-1.ch016>

Martínez, J. F., Borko, H., & Stecher, B. M. (2012). Measuring instructional practice in science using classroom artifacts: lessons learned from two validation studies. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(1), 38-67. <https://doi.org/10.1002/tea.20447>

Mason, J. (2002). *Researching Your Own Practice: The Discipline of Noticing*. Routledge.

McIntyre, D. (2005). Bridging the gap between research and practice. *Cambridge Journal of Education*, 35(3), 357-382.

<https://doi.org/10.1080/03057640500319065>

Montenegro, P., Costa, C., & Lopes, J. B. (2018). Transformations in the Visual Representation of a Figural Pattern. *Mathematical Thinking and Learning*, 20(2), 91-107. <https://doi.org/10.1080/10986065.2018.1441599>

Mugur-Schächter, M. (2006). *Sur le tissage des connaissances*. Hermès Science Publishing – Lavoisier.

*Multimodal Narratives*. (2017). <http://multimodal.narratives.utad.pt>

Pedrosa, D., Cruz, G., & Morgado, L. (2019). Multimodal Narratives as a Tool for In-Service Teachers in an Online Professional Development Course. Em J B Lopes, M. C. Viegas, & J. A. Pinto (Eds.), *Multimodal Narratives in Research and Teaching Practices* (pp. 191-210). IGI-Global.

<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8570-1.ch009>

Pinto, J. A. (2019). Using Multimodal Narratives in Teacher Education. Em J B Lopes, M. C. Viegas, & J. A. Pinto (Eds.), *Multimodal Narratives in Research and Teaching Practices* (pp. 173-190). IGI-Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8570-1.ch008>



Santos, C. A. (2019). Researching Science and Technology Teachers' Decisions Through Multimodal Narratives. Em J B Lopes, M. C. Viegas, & J. A. Pinto (Eds.), *Multimodal Narratives in Research and Teaching Practices* (pp. 287-304). IGI-Global.

**<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8570-1.ch014>**

Santos, Carla A, Lopes, J. B., & Cravino, J. P. (2011). Patterns of Didactic Decisions Made by Teachers In Physical Sciences Classrooms. Em *Problems of Education in the 21st Century* (Vol. 36, pp. 76-89). **<http://journals.indexcopernicus.com/abstract.php?icid=970330>**

Saraiva, E. (2019). Researching Epistemic Practices Development With Multimodal Narratives. Em J B Lopes, M. C. Viegas, & J. A. Pinto (Eds.), *Multimodal Narratives in Research and Teaching Practices* (pp. 269-286). IGI-Global.

**<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8570-1.ch013>**

Tytler, R. (2003). A window for a purpose: Developing a framework for describing effective science teaching and learning. *Research in Science Education*, 33, 273-298. **<https://doi.org/10.1023/A:1025423704068>**

Vicente-Saez, R., Gustafsson, R., & Van den Brande, L. (2020). The dawn of an open exploration era: Emergent principles and practices of open science and innovation of university research teams in a digital world. *Technological Forecasting and Social Change*, 156, 120037.

**<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120037>**

Viegas, C., & Cruz, E. de S. (2019). Understanding the Importance of Students' Assessment and Feedback With Multimodal Narratives. Em J B Lopes, M. C. Viegas, & J. A. Pinto (Eds.), *Multimodal Narratives in Research and Teaching Practices* (pp. 44-63). IGI-Global.

**<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8570-1.ch002>**

Winch, C., Oancea, A., & Orchard, J. (2015). The contribution of educational research to teachers' professional learning: philosophical understandings. *Oxford Review of Education*, 41 (2), 202-216. **<https://doi.org/10.1080/03054985.2015.1017406>**



Zepeda, S. J. (2012). *Professional development: What works*. Eye on education.

