Luc Trouche, Ghislaine Gueudet, Birgit Pepin, Hussein Sabra, Jehad Alshwaikh

▶ **To cite this version:**

Luc Trouche, Ghislaine Gueudet, Birgit Pepin, Hussein Sabra, Jehad Alshwaikh. . DAD-Multilingual, 2020. ⟨hal-02975689⟩

HAL Id: hal-02975689

https://hal.science/hal-02975689

Submitted on 22 Oct 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

المقاربة التوثيقية للديداكتيك

لوك تروش، جيسلان غودي، و برجيت بيين

ضبط وترجمة إلى العربية: حسين صبرا

مراجعة: جهاد الشويخ

ملخص

"المقاربة التوثيقية للديداكتيك" تشكل إحدى مداخل الموسوعة المتعلقة بالأبحاث حول تعليم الرياضيات (Trouche, Gueudet & Pepin 2018). تم تحديث هذا المدخل في عام 2020 (Trouche, Gueudet & Pepin 2020). هذه المقالة هي الترجمة العربية من هذه النسخة المحدثة. إنها جزء من مجموعة ترجمات في 14 لغة (https://hal.archives-ouvertes.fr/DAD-MULTILINGUAL).

المقاربة التوثيقية للديداكتيك هي نظرية في مجال الأبحاث حول تعليم الرياضيات. هدفها هو فهم آليات التطور المهني للمعلمين وذلك من خلال دراسة تفاعلاتهم مع الموارد التي يستخدمونها ويصممونها في عملهم التعليمي. نوجز في هذا النص ظهور المقاربة ومصادرها النظرية ومفاهيمها الرئيسية ومنهجية البحث المرتبطة بها. نوضح هذه الجوانب بأمثلة مستمدة من مشاريع بحثية مختلفة. تم كتابة هذا النص للباحثين، ولكن أيضًا لغير المتخصصين (مثل طلاب الماجستير) المهتمين باكتشاف أولّي للمقاربة التوثيقية.

الكلمات الدالة

مواد المناهج؛ موارد رقمية؛ تكوين التوثيق؛ الثوابت التشغيلية؛ نظم الموارد؛ موارد للتدريس؛ العمل الجماعي للمعلمين؛ التطوير المهني للمعلم.

Abstract

The 'Documentation Approach to Didactics' is an entry of the Encyclopedia of Mathematics Education (Trouche, Gueudet & Pepin 2018)[1]. This entry has been updated in 2020 (Trouche, Gueudet & Pepin 2020). This article is an Arabic adaptation of this updated version. It is part of a collection, gathering such adaptations in 14 languages (https://hal.archives-ouvertes.fr/DAD-MULTILINGUAL).

The documentational approach to didactics is a theory in mathematics education. Its first aim is to understand teachers' professional development by studying their interactions with the resources they use and design in/for their teaching. In this text we briefly describe the emergence of the approach, its theoretical sources, its main concepts and the associated methodology. We illustrate these aspects with examples from different research projects. This synthetic presentation is written for researchers, but also for non-specialists (e.g. master students) interested in a first discovery of the documentational approach

Keywords

Curriculum materials; Digital resources; Documentational geneses; Operational Invariants; Resource systems; Resources in/for teaching; Teachers' collective work; Teacher professional development.

[1] Trouche, L., Gueudet, G., & Pepin, B. (2018). Documentational approach to didactics. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education*. N.Y.: Springer. doi:10.1007/978-3-319-77487-9_100011-1

1. المقدمة

يتفاعل مدرسو الرياضيات مع المناهج والموارد الأخرى في عملهم اليومي، ويتضمن عملهم اختيار وتعديل وخلق موارد جديدة، داخل الصف وخارجه. يُطلق على هذه العملية اسم *العمل* التوثيقي *للمعلم*، ونتائجها اسم *توثيق المعلم*.

تتضمن موارد المناهج موارد نصية (مثل الكتب المدرسية، إرشادات المناهج، بطاقات عمل الطلاب)؛ أو موارد رقمية (مثل الكتب المدرسية التفاعلية الرقمية). مع إمكانية الوصول غير المحدود تقريبًا إلى الموارد على الشبكة العنكبوتية، غالبًا ما يكون المعلمون في حيرة لاختيار أكثر الموارد المناسبة لتدريس الرياضيات من الناحية الديداكتيكية ومن ناحية النوعية. ومن ثم، أصبحت دراسة تفاعل/عمل معلمي الرياضيات مع هذه الموارد مجالًا بارزًا للبحث (مثلاً Pepin, Gueudet, & Trouche 2013)، إذ ترافقت إصلاحات المناهج في العديد من البلدان مع اقتراح موارد تهدف إلى مساعدة المعلمين على تطبيق البرامج الجديدة من الناحية النظرية. تمت دراسة عمل المعلمين بموارد المناهج الدراسية من عدة زوايا ومنظورات نظرية (مثلاً Remillard 2005 ؛ Pepin et al. 2013)، على سبيل المثال في الأدبيات البحثية الأنجلو/أمريكية نلفت الانتباه إلى الفروق بين "المنهج المقصود" (intended curriculum) و "المنهج العملي" (enacted curriculum) . في أوروبا، يعد مفهوم"الديداكتيك" "Didaktik" مفهومًا شائعًا (أنظر Pepin et al. 2013). يصف هذا المقال ويشرح ويوضح المقاربة التوثيقية للديداكتيك، التي لها امتداداتها في مجال أبحاث الديداكتيك الأوروبي الفرنسي .

2. مصادر نشأة المقاربة

تم تقديم المقاربة التوثيقية للديداكتيك بواسطة جيسلان غودي و لوك تروش Gueudet & Trouche 2009, Gueudet 2019) (، وتم تطويرها أكثر في العمل المشترك مع برجيت بيبن (Gueudet, Pepin & Trouche 2012). المقاربة التوثيقية للديداكتيك هي في الأصل متجذرة في تراث ديداكتيك الرياضيات الفرنسية (Trouche 2016)، حيث تكون مفاهيم مثل الموقفية الديداكتيكية ، *القيود المؤسسية والمخطط* أساسية. وفي الوقت نفسه، تعتمد المقاربة أيضًا على نظرية الثقافة الاجتماعية، بما في ذلك مفاهيم مثل *الوساطة* (Vygotsky 1978) كعنصر أساسي لكل عملية معرفية. علاوة على ذلك، تم تطوير أيضًا هذه المقاربة بسبب الثورة الرقمية في المعلومات والاتصالات، والتي تتطلب مقاربات نظرية جديدة.

إن الثورة الرقمية وتطوير الإنترنت كانت لها نتائج لا يمكن تجاهلها: سهولة الوصول إلى العديد من الموارد والتواصل مع العديد من الناس. استلزم ذلك تحولا كاملا في التفكير والعمل، وخاصة في التعليم: موازين جديدة بين الموارد الستاتيكية والموارد التفاعلية، بين استخدام الموارد التعليمية وتصميمها، بين العمل الفردي والعمل الجماعي (Pepin, Choppin, Ruthven, & Sinclair 2017). مع الأخذ في الاعتبار هذه الظواهر، تقترح المقاربة التوثيقية للديداكتيك تغييرًا في المنظور من خلال تحليل عمل المعلمين من زاوية "الموارد" التي يستخدمونها في التعليم ومن أجل التعليم: ما يعدونه لدعم ممارساتهم الصفية، وما يتم تجديده باستمرار من خلال هذه الممارسات.

بالإضافة إلى تراث ديداكتيك الرياضيات الفرنسية، استلهم المؤلفون أفكارهم من العديد من المجالات البحثية الرئيسية ذات الصلة: مجال *استخدام التكنولوجيا*، مجال *الموارد وتصميم المناهج*، مجال *هندسة المعلومات*، مجال التطور *//التعلم المهني للمعلم*.

في مجال استخدام التكنولوجيا، كان الأساس المركزي *للمقاربة* التوثيقية للديداكتيك هو *المقاربة* الوسيلية. تم تطوير هذه النظرية من قبل رابارديل (Vérillon & Rabardel 1995) في مجال أرغونوميا[2] المعرفة، ثم دمجها في ديداكتيك الرياضيات (Guin, Ruthven, & Trouche 2005). يميز رابارديل بين *نتاج صنعي* (artefact) متاح لمستخدم معين، ووسيلة (instrument)تم تطويرها من قبل المستخدم. المفاهيم المتصلة هي تلك المتعلقة بـ*التكون أو المنشأ*، *الاستمداد* (Instrumentation) *والتسخير* (Instrumentalisation)- وهي أيضًا مفاهيم أساسية في المقاربة التوثيقية للديداكتيك (انظر الفقرة 3). توافق تطوير المقاربة الوسيلية مع فترة كان فيها المعلمون يواجهون اشكاليات ادماج أداة تكنولوجية مفردة (مثل الآلة الحاسبة برنامج محوسب عن الجبر، ونظام تفاعلي لتعليم الهندسة). أصبح من الواضح أن *المقاربة* الوسيلية لم تعد كافية، حيث ان المعلمين محاطون في كثير من الأحيان (عبر الإنترنت) بوفرة من الموارد.

تستقي المقاربة التوثيقية للديداكتيك تعريفها لل"مورد" من أدلر (Adler 2000) التي تقترح إعادة التفكير في المورد كإسم (resource) الى النظر الى كلمة مورد كفعل (re-source) أي الى إعادة التزويد مرة أخرى أو بطريقة مختلفة. مع الاحتفاظ بوجهة النظر هذه، أخذت المقاربة التوثيقية للديداكتيك في الاعتبار مجموعة واسعة من الموارد: الكتب المدرسية، والموارد

[2]هو علم يختص بدراسة التفاعل ما بين الإنسان وعناصر أخرى ويستخدم المعلومات والنظريات وطرق التصميم لتحسين حياة الإنسان والأداء العام أرغونوميا

المتوفرة عبر الإنترنت، وتبادل البريد الإلكتروني مع الزملاء، أو إنتاج الطلاب؛ كل ما يمكن أن يزود نشاط المعلم، ويحاكي عمل المعلم (Remillard 2005) والذين يدعمون نشاطهم المهني.

تؤدي هذه النظرة الواسعة إلى الموارد إلى رؤية واسعة حول التطوير المهني للمعلم .تذكر بول وهيل وباس (Ball, Hill & Bass 2005) في دراستهم "المعارف الرياضية للتدريس" أن التدريس لا يقتصر على العمل في الصف، بل يشمل أيضًا التخطيط والتقييم وكتابة التقييمات والمناقشة مع الأهل، وما إلى ذلك. في إطار المقاربة التوثيقية للديداكتيك، ندرس عمل المعلمين من خلال تفاعلاتهم مع الموارد، ونعتبر [مثل كووني (Cooney 1999)] أن هناك ترابط بين تطور الممارسات وتطور المعارف والقناعات المهنية.

وبالنظر إلى الموارد باعتبارها المسألة التي تغذي عمل المعلمين، كانت هناك حاجة إلى كلمة لتسمية ما يطوره المعلم خلال عمله مع هذه الموارد .اقترحنا مصطلح *الوثيقة* المقتبس من مجال هندسة المعلومات (Salaün 2012) لاعتماد "شيء يحمل نية"، ومخصص لاستخدام معين في سياق معين. هذا الاختيار هو أصل اسم المقاربة، المقاربة التوثيقية للديداكتيك.

أخيرًا، أدت سهولة الاتصال عبر الإنترنت إلى أن تأخذ هذه المقاربة في الاعتبار ظهور أشكال مختلفة من العمل الجماعي للمعلمين: الشبكات أو الجمعيات عبر الإنترنت أو الجماعات الأكثر أو أقل رسميةً. بدت نظرية جماعات الممارسة (Wenger 1998) ومفاهيمها في المشاركة والتفاوض وإعادة الإدماج مثمرة ومناسبة بشكل خاص لتحليل مفهوم الموارد من قبل مجموعات المعلمين وعمليات التطوير المهني المرتبطة بها.

بعد سرد مصادر هذه المقاربة النظرية، سوف نعرض فيما يلي هيكليتها ومصادرها الأساسية.

3. المقاربة التوثيقية للديداكتيك - مقاربة شاملة لعمل المعلمين

في هذا القسم، نصف "مكونات" المقاربة التوثيقية للديداكتيك، والعمليات ذات الصلة. سيتم تعريف المصطلحات التالية: الموارد، الوثائق، التكوين، الاستمداد، والتسخير.

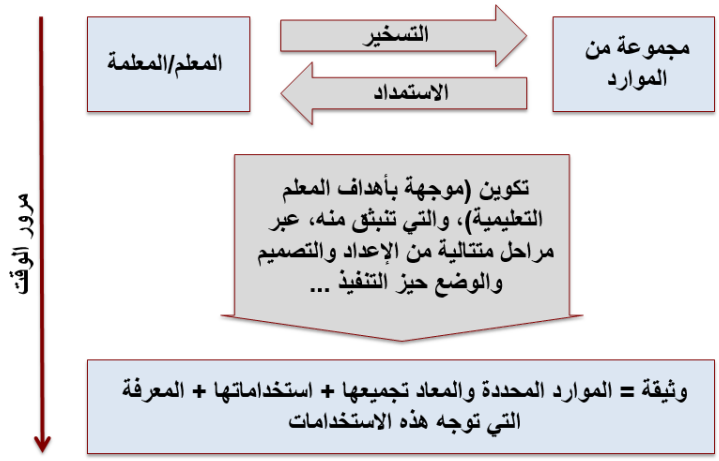
موارد مناهج الرياضيات هي جميع الموارد (على سبيل المثال، تفاعلية رقمية، نص غير رقمي) التي يتم تطويرها واستخدامها من قبل المعلمين والتلاميذ في تفاعلهم مع الرياضيات في عمليتي التعلم والتدريس، داخل وخارج الصف. يشمل هذا أيضًا موارد المناهج الرقمية (Pepin, Choppin, Ruthven, & Sinclair 2017). تميز بيبين وغودي (Pepin & Gueudet 2018) بين موارد المناهج الرقمية وتكنولوجيا التعليم. كما أنهما يميزان بين موارد المناهج المحسوسة (مثل الكتب المدرسية التقليدية)، وموارد المناهج الرقمية والموارد الاجتماعية (مثل محادثة على الانترنت أو عبر المنتديات) والموارد المعرفية (مثل الأدوات النظرية المستخدمة للعمل مع المعلمين). يتم تطبيق المقاربة التوثيقية للديداكتيك في الغالب لدراسة عمل المعلمين، ولكن يمكن أيضًا استخدامها لدراسة عمل التربويين (مثلPsycharis & Kalogeria 2018)، أو تفاعل الطلاب مع الموارد (Kock & Pepin 2018).

بالنسبة للعمليات، أثناء التفاعل مع مورد معين، أو مجموعات من الموارد، *لهدف تعليمي* معين، يقوم المعلمون بتطوير مخططات الاستخدام (Scheme of usage) لهذه الموارد (انظر القسم 4 أدناه). من المحتمل أن تكون هذه المخططات مختلفة من معلم لآخر، حتى لو كانت مرتبطة بنفس الموارد والهدف التعليمي، وذلك وفقاً لمعتقدات ومعرفة المعلمين المعنيين. والنتيجة هي *الوثيقة*، ومن هنا:

الموارد + مخطط الاستخدام = الوثيقة

وقد تم تسمية عملية تطوير الوثيقة (بما في ذلك تعلم المعلم المعني) *تكوين التوثيق* (Gueudet & Trouche 2009).

اقترحت بيبين وغودي وتروش (Pepin, Gueudet, & Trouche 2013) آفاق نظرية جديدة حول عملية تزود المعلمين بالموارد وتفاعلاتهم معها، وذلك بالنظر إلى استخدام الموارد كعملية تفاعل وتحويل مستمران. تجمع هذه العملية بين حركتين: تؤثر خصائص المورد (الموارد) على ممارسة المعلمين (هذه هي عملية الاستمداد)؛ وتوجه عادات، وخيارات ومعرفة المعلمين عمليات تحويل وتعديل الموارد (هذه هي عملية التسخير) (الشكل 1). وهكذا، تؤكد المقاربة التوثيقية للديداكتيك على الطبيعة الجدلية للتفاعلات بين المعلم والموارد بشكل يجمع بين عمليتي الاستمداد والتسخير (Vérillon & Rabardel 1995). تتضمن هذه العمليات ممارسات التصميم أو إعادة التصميم أو "التصميم قيد الاستخدام" (حيث يقوم المعلمون بتعديل الوثيقة "في خضم اللحظة" ووفقًا لاحتياجاتهم التعليمية).



الشكل 1: رسم تمثيلي لعملية التكوين التوثيقي

تقترح المقاربة التوثيقية للديداكتيك نموذجًا للتفاعلات بين المعلمين والموارد، والتي لها آثار على التعلم المهني للمعلمين. في حين أن هناك كمية كبيرة من الموارد التي قد تكون مناسبة على الانترنت، إلا أن الانترنت لا توفر الدعم المناسب إذا رغب المرء في البحث عن مصادر تعلم معينة (ربما تفاعلية) يمكن دمجها مع موارد أخرى (مثل الكتاب المدرسي) في خصائصهم المعرفية أو التعليمية. بعبارة أخرى، ما يتم توفيره للمعلمين غالبًا ما تكون مجموعة متناثرة، دون إرشادات حول كيفية وضع هذه الموارد معًا لتطوير مسار تعلم متماسك للطالب. سواء كان البحث عن مهام لتكملة تسلسل تعليمي معين، أو التخطيط لمسارات تعلم من خلال كتاب إلكتروني مرن، يحتاج المعلمون إلى دعم مختص لمساعدتهم على تطوير القدرة على تصميم التعليم (Gueudeut, Pepin, & Trouche 2017) – أي الوعي أو الاهتمام بالجوانب الرياضية والتربوية لموارد التعليم، والمرونة في استخدامها (انظر النافذة 1). يتماشى هذا مع المقاربة التوثيقية للديداكتيك، ووانج (Wang 2018) فيما يتعلق بالقدرة على تصميم الموارد على أنها جزأ من الخبرة التوثيقية للمعلمين.

النافذة 1. موارد في التعليم التكميلي: مثال على عمل فيرا (Vera) الوثائقي

"فيرا" هي واحدة من العديد من معلمي الرياضيات في المستوى التكميلي الذين يعملون مع "سيزماث" Sésamath في فرنسا (Gueudet et al. 2013 ؛ Pepin et al. 2017). سيزماث هي جمعية لمدرسي الرياضيات في فرنسا، قام أعضاؤها بتصميم (وتقديم مجانا منذ عام 2001) كتب مدرسية تفاعلية على موقعهم على الإنترنت (http://www.sesamath.net/). نقدم فيما يلي تحليل لعمل فيرا التوثيقي من خلال عملها على إعداد درس جديد: إنها المرة الأولى التي تعلّم فيها فيرا النسب المئوية لصف الثالث التكميلي (١٣-١٤ سنة)، وتستخدم مجموعة متنوعة من الموارد لهذا الدرس، بما في ذلك موارد "سيزماث".

يركز التحليل على حصة واحدة من هذا الدرس: إعداد الدرس؛ تطبيق؛ تقييم فهم الطلاب؛ وتَفكُر فيرا في عملها. يتماشى اختيار هذه الحصة مع الأفكار الأساسية للمقاربة التوثيقية للديداكتيك: لا يقتصر التصميم على التصميم الأولي لمورد معين لتدريس محتوى معين، ولكنه يستمر خلال استخدام هذا المورد. تتضمن أعمال تصميم فيرا للموارد، على سبيل المثال، استخدام "لبوميب" (LaboMeP منصة تابعة ل سيزماث) لتقديم تمارين مختلفة للطلاب المختلفين - وهذا جعلها تدرك الحاجة إلى تمييز تعليمها. كما يقدم "لبوميب" أنواعًا مختلفة من التمارين وفق البنية ذاتها. تقر فيرا أن هذا يشكل لها دافعًا قويًا لتحسين تعليمها، من خلال إتقان ليس فقط مجموعة من التمارين المألوفة، ولكن أيضًا الاختلافات (بنفس البنية الرياضية) المرتبطة بدرس معين.

تسلط هذه النتائج الضوء على تطور *المرونة التعليمية* لدى فيرا. من خلال المرونة التعليمية، نعني قدرتها على التصميم عند اختيار واستخدام وتحويل موارد المناهج الحالية، لإغناء تدريس الرياضيات.

غالبًا ما يُنظر إلى التدريس على أنه تصميم. يتماشى هذا مع براون (Brown 2009) الذي يشرح أن تفسير التدريس كتصميم، ومفهوم المعلمين كمصممين، يتناسب مع مجموعة من النظريات المعرفية التي "تؤكد على الشراكة الحيوية القائمة بين الأفراد والأدوات التي يستخدمونها لتحقيق أهدافهم. ... وليست قدرات الأفراد هي التي تملي الإنجاز البشري فحسب، بل أيضًا إمكانيات الانتجه الصنعية (artefacts) التي يستخدمونها" (ص. 19). ومن ثم، يرى براون (Brown 2009) هذه

العلاقة على أنها علاقة متبادلة: نشاط "التصميم" لا يعتمد فقط على كفاءة المعلم، ولكنه علاقة متبادلة بين المعلم والموارد (هنا موارد المنهج). إذ تؤثر خصائص موارد المنهج المتاحة على نشاط التصميم المعتمد من قبل المعلم. يتماشى هذا مع المقاربة التوثيقية للديداكتيك، مع التأكيد على أن أي فهم للمعلم كمصمم يجب أن يتضمن فعلًا واعيًا ومتعمدًا للتصميم، وإنشاء "شيء جديد" من أجل إنجاز هدف (تعليمي) معين. يتم توفير هذا من قبل مخططات الاستخدام، هذا ما سوف نشرحه في القسم التالي.

4. تعميق المقاربة: المخططات والأنظمة

يعتبر مفهوم "المخطط" (Vergnaud 1998) أساسيًا في المقاربة التوثيقية للديداكتيك. كما يرتبط ارتباطًا وثيقًا بمفهوم "فئة المواقف"، والتي تكتنف مجموعة من المواقف المهنية المنضوية تحت هدف تعليمي مشترك. على سبيل المثال، "إدارة عدم تجانس الصف الثامن" هي فئة من المواقف لفيرا (في النافذة المذكورة أعلاه). بالنسبة لفئة معينة من المواقف، يطور المعلم تنظيمًا ثابتًا لنشاطه: هذا ما يسمى بالمخطط. يتكون المخطط من أربعة مكونات:

- الهدف من النشاط (الذي يميز فئة المواقف)؛
- قواعد العمل، استرجاع المعلومات والتحكم؛
- الثوابت التشغيلية، وهي مكونات معرفية من نوعين (مرتبطين): النظرية قيد التنفيذ -اقتراح يعتبر صحيحًا - والمفهوم قيد التنفيذ - مفهوم يعتبر مناسبًا - (انظر المثال أدناه)؛
- إمكانيات الاستدلال والتكيف مع المواقف المتنوعة.

على مدار نشاطه، يمكن للمعلم إثراء مخططاته، ودمج قواعد جديدة للعمل، أو يمكنه تطوير مخططات جديدة: يقدم المخطط في الواقع نموذجًا لتحليل التعلم. في المقاربة التوثيقية للديداكتيك، تعتبر المخططات مخططات استخدام لمورد معين (أو مجموعة من الموارد). تشكل الموارد والمخطط معاً ما نسميه وثيقة (كما تم تلخيصها في المعادلة الواردة في القسم السابق).

المجموعة المكونة من جميع الموارد المستخدمة من قبل المعلم تسمى نظام الموارد الخاص به. ترتبط هذه الموارد بمخططات الاستخدام مما يؤدي الى تشكيل الوثائق (يمكن أن يدخل نفس المورد في العديد من الوثائق). أيضاً تشكل الوثائق التي طورها المعلم نظامًا يسمى نظام الوثائق الخاص بالمعلم. تتبع بنيتها لبنية المواقف المكونة للنشاط المهني للمعلم (وفقًا للأهداف المختلفة لنشاطه).

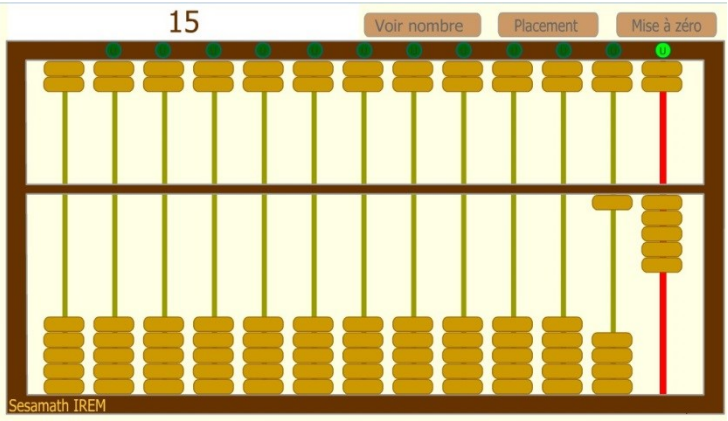
عندما يشارك المعلمون أعمالهم التوثيقية، على سبيل المثال في مجموعة تقوم بإعداد الدروس بشكل جماعي، يمكنهم أيضًا تطوير نظام موارد مشتركة (Trouche, Gueudet & Pepin 2019). ومع ذلك، يمكن للأعضاء المختلفين في المجموعة تطوير مخططات مختلفة لنفس المورد، مما ينتج عنه مستندات مختلفة (Pepin & Gueudet 2020).

نعرض في النافذة 2 حالة أحد الموارد في المدرسة الابتدائية، من أجل توضيح / تمثيل الثوابت التشغيلية وأنظمة الموارد وأنظمة الوثائق.

نافذة 2. الموارد في المدرسة الابتدائية: مثال للعداد الافتراضي

العداد الافتراضي (الشكل 2) هو برنامج مجاني[3] تم تطويره في فرنسا بواسطة Sésamath ، وهي جمعية لمدرسي الرياضيات تقوم بتصميم الموارد عبر الإنترنت (انظر النافذة 1).

[3] يمكن العثور على البرنامج والموارد الأخرى على http://seminaire-education.espe-bretagne.fr/?page_id=611



الشكل 2: العداد الافتراضي

يتم فصل العداد الصيني إلى جزأين بواسطة شريط مركزي يسمى "شريط القراءة": فقط الخرزات الموجودة على هذا الشريط تعتبر "مفعلة". يوجد نوعان من الخرز: خرز الخمس وحدات (اثنتان منهم) وخرز الوحدة الواحدة (خمسة خرزات). يتكون المعداد الصيني من 13 قضيبًا رأسيًا. يماثل كل قضيب منزلة من نظام القيمة المنزلية: الآحاد، العشرات، المئات، إلخ (من اليمين إلى اليسار). توجد عدة احتمالات لعرض نفس الرقم على العداد الصيني: على سبيل المثال، يتم تمثيل 15 على العداد أعلاه باستخدام 6 خرزات (خرزة واحدة على قضيب العشرات وخمسة على قضيب الآحاد)؛ يمكن أيضًا تمثيله باستخدام خرزتين فقط، عن طريق استبدال الخرزات المكونة من وحدة الآحاد على اليمين بخرزة من الخمس وحدات على نفس القضيب.

كارلوس معلم في مدرسة ابتدائية ذو خبرة تمت متابعته على مدى ثلاث سنوات (Poisard, Bueno-Ravel, & Gueudet 2011). قرر استخدام العداد لتدريس الأعداد في الصف الثالث. لقد رأى في كتابه المدرسي للرياضيات نشاطًا مع العداد، لكنه لم يرغب في استخدامه في الفصل قبل اكتشاف العداد الافتراضي. لقد وضع تسلسل فصول تعليمية يتعامل فيها الطلاب أولاً مع العداد المحسوس، ويصوغون فرضيات حول تشغيله. ثم يعمل الطلاب مع العداد الافتراضي، ويكتبون دليل استعمال العداد. ثم يقترح كارلوس تمارين: اكتب رقمًا معينًا على العداد، واقرأ رقمًا منقوشًا على العداد. للتقييم النهائي، يتم تقديم مثل هذه التمارين على الورق، من أجل منع استراتيجيات التجربة والخطأ.

طور كارلوس عدة وثائق تتضمن العداد الافتراضي والموارد الأخرى المرتبطة به (Poisard, Bueno-Ravel, & Gueudet 2011). من أجل الهدف التعليمي "اكتشف كيف يعمل العداد"، استخدم كلاً من العدّاد المحسوس والعداد الافتراضي، وطلب من الطلاب تأليف الملصقات. كان من المهم بالنسبة له أن يدع طلابه يكتشفون بأنفسهم مبادئ العداد. هذا يتوافق مع ثابت تشغيلي من نوع النظرية قيد التنفيذ مثل "يجب أن يكتشف الطلاب بأنفسهم قدر الإمكان الأدوات الجديدة التي يقابلونها". كما أنه مرتبط بالمفهوم قيد التنفيذ: "اكتشاف الذات"، وكلاهما تم تطويرهما بواسطة كارلوس قبل مقابلة العداد الافتراضي. يدخل ثابت تشغيلي آخر في اختياراته: "من المهم للطلاب في الصف الثالث التفاعل يدوياً مع الموارد المحسوسة". يشتمل مخطط الهدف "اكتشاف كيفية عمل العداد" على هذه الثوابت التشغيلية وقواعد العمل المرتبطة بها: "اقتراح العداد المادي للطلاب لتمكينهم من التفاعل المحسوس معه"؛ "اقتراح العداد الافتراضي للطلاب للسماح لهم بالتحقق من الرقم الذي يتم عرضه".

إلى جانب عمله مع العداد، لاحظ كارلوس أنه بالنسبة للتمرين: "عرض رقم معين على العداد"، إذا استخدم الطلاب العداد الافتراضي، فإنهم يطورون استراتيجيات التجربة والخطأ باستخدام الزر "عرض الرقم ". ومن ثم قرر إجراء تقييم نهائي على الورق. طور وثيقة جديدة، بهدف: "تعليم الطلاب كيفية عرض رقم على العداد". تتضمن هذه الوثيقة العداد الافتراضي، ولكنها تتضمن أيضًا العداد المرسوم على الورق، وثابتًا تشغيليًا مثل "يمكن للطلاب استخدام استراتيجيات التجربة والخطأ في العداد الافتراضي".

كارلوس مدرس ابتدائي متمرس. من أجل تدريس الأعداد في الصف الثالث، كان قد طور لسنوات عديدة نظامًا (فرعيًا) للموارد والوثائق. تم دمج العداد في هذه الموارد، وفي الوثائق الجديدة. تتوافق بعض هذه الوثائق مع أهداف مرتبطة ارتباطًا مباشرًا بالعداد، مثل "اكتشاف كيفية عمل العداد"، و "تعليم الطلاب كيفية عرض رقم على العداد". في وثائق أخرى، لم يظهر العداد في الهدف التعليمي، ولكن مع ذلك تم استخدامه لهذا الهدف. على سبيل المثال، بالنسبة للهدف "تعليم مبادئ نظام الترقيم العشري"، استخدم العداد لإثبات مبادئ "التجميع والتبادل" (مثل تجميع خرزتين من خرزات الخمس وحدات على قضيب واستبدالها بخرزة الوحدة الواحدة من فئة المنزلة على القضيب التالي). تم إدخال موارد أخرى في نظام الموارد

الخاص به في هذه الوثائق، مثل الملصقات التي كتبها الطلاب. كانت بعض هذه الموارد حاسمة في اختياره لاستخدام العداد: الكتاب المدرسي على وجه الخصوص، والذي أتاح له الفرصة الأولى لمقابلة استخدام محتمل للعداد في الصف.

يتضمن نظام الوثائق الكامل للمعلم العديد من الأنظمة الفرعية ببنيتها الخاصة، المرتبطة على سبيل المثال بمحتوى رياضي معين أو نوع معين من النشاط؛ نظام فرعي لمجال الهندسة، ونظام فرعي للتقييم. يمكن وصفه على مستويات مختلفة، بدءًا من نظرة عامة جدًا للنشاط إلى تركيز محدد جدًا على محتوى رياضي معين. من وجهة نظر الأبحاث في مجال الديداكتيك، فإن المستويات الأكثر تحديدًا، تلك التي تأخذ بعين الاعتبار محتوى رياضي بذاته (مثلاً "تقييم مهارات الطلاب في النسب المئوية في الصف الثامن")، تكون أكثر محاكاةً حول تفاعلات المعلمين مع الموارد ونتائجها.

نعتقد أن المقاربة الرياضية للديداكتيك تتطلب منهجية محددة، وهذا هو الغرض من القسم التالي.

5. الاستقصاء التأملي: بناء منهجي قيد التطوير

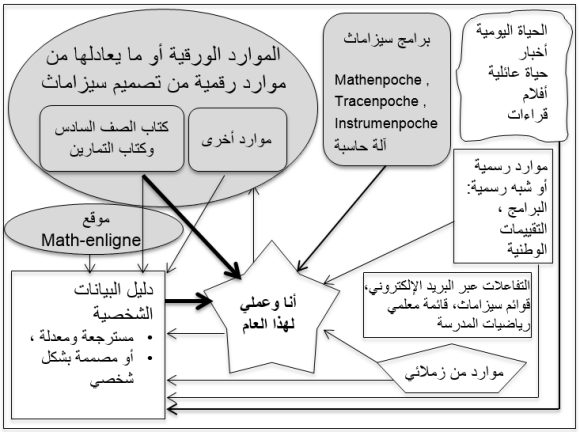
نقدم في هذا القسم تصميم البحث المرتبط عادةً بالمقاربة الوثائقية للديداكتيك؛ المبادئ الأساسية لهذا التصميم؛ ثم نصف أداة واحدة توضح هذه المبادئ؛ ونقدم أخيرًا بعض المشكلات التي تواجه منهجية الاستقصاء التأملي. يتطلب تحليل نشاط المعلمين من خلال عمل التوثيق الخاص بهم مراعاة ما يلي: مجموعة متنوعة من الموارد التي يتم تغذيتها، والتي ينتجها هذا العمل؛ تنوع التفاعلات (الجماعية، المؤسسية والاجتماعية) التي تؤثر على هذا العمل؛ وقت تطوير التكوينات التوثيقية. أدت هذه الاعتبارات المعرفية إلى تطوير منهجية محددة، تسمى *الاستقصاء التأملي للعمل التوثيقي للمعلمين*.

تعطي هذه المنهجية دورًا رئيسيًا للمعلمين أنفسهم، وتدعمها خمسة مبادئ رئيسية:

- مبدأ الجمع الواسع للموارد المادية المستخدمة والمنتجة في سياق عمل التوثيق؛
- مبدأ *المتابعة طويلة المدى*. التكوينات هي عمليات مستمرة والخطط تتطور على مدى فترات طويلة من الزمن؛
- مبدأ المتابعة *داخل وخارج الصف*. يعد الفصل الدراسي مكانًا مهمًا حيث يتم تنفيذ التدريس المفصل، وإجراء التعديلات والمراجعات والارتجال. ومع ذلك، فإن جزءًا مهمًا من عمل المعلمين يحدث خارج الفصل الدراسي: في المدرسة (على سبيل المثال في غرف الموظفين)، في المنزل، في مراكز / برامج تطوير المعلمين؛
- مبدأ *المتابعة التأملية* لأعمال التوثيق؛
- مبدأ *مواجهة آراء المعلم* حول عمله التوثيقي، والوقائع المادية لهذا العمل (التي تأتي على سبيل المثال من موارد مادية محسوسة؛ أو من ممارسات المعلم في الصفوف)؛

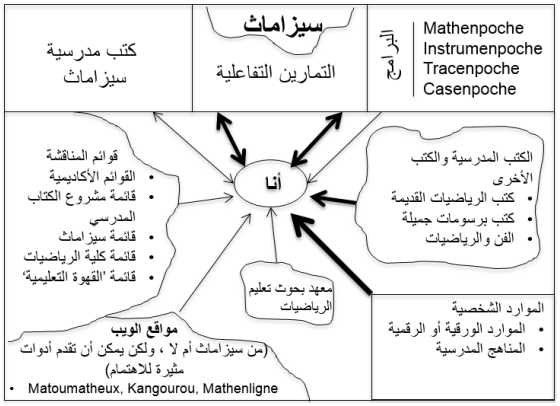
تعد المشاركة النشطة للمعلم ضرورة عملية، حيث إنه الشخص الذي لديه إمكانية الوصول إلى أعمال التوثيق الخاصة به (خارج الملاحظة المباشرة للباحث). كما ينتج عنه موقف تأملي يقود المعلم إلى عملية استبطانية، مما يظهر موارد أو روابط ممكن أن تكون مخفية داخل نظام موارده. تحتاج هذه المتابعة الطويلة المدى للعمل التوثيقي للمعلمين إلى توضيح، قدر الإمكان، الغرض من البحث، ما يطلبه الباحث ولأي غرض. دفعت هذه الضرورة صبرا (Sabra, 2016) إلى اقتراح مفهوم العقد المنهجي الذي يربط بين المعلم والباحث في متابعة العمل التوثيقي.

بناءً على هذه المبادئ، تم تصميم استراتيجيات وأدوات مختارة لجمع البيانات وتكييفها مع السياقات المختلفة وأسئلة البحث. على سبيل المثال، الأداة التي تبدو مثمرة هي التمثيل التخطيطي لنظام موارد المعلم (انظر الشكل 3). يُطلب من المعلمة رسم خريطة لمواردها، يوضح الموارد التي حددتها وخصصتها، مكان وكيفية حفظها، ولأي غرض تستخدم (مثل، Pepin, Xu, Trouche, Wang, 2016).



المتابعة الانعكاسية على مدى عام واحد تجعل بيار أكثر "وعيًا" (بكلماته) بزملائه كجزء من "مصادر موارده".

كما "يبتعد" بيار بنفسه عن موارد سيزاماث (كلماته): في هي هذا؟ التمثيل التخطيطي لنظام الموارد الجديد يظهر موارد جديدة ملهمة (مثل الأفلام والقراءات...).



في الجزء العلوي من هذا التمثيل تظهر موارد سيزاماث: الكتب المدرسية، والتمارين التفاعلية (Mathenpoche) والبرامج. تسمح الأسهم المختلفة بالتمييز بين أنواع الأنشطة المختلفة: أسهم سميكة لتحضير الدروس، متوسطة لتحضير التمارين، رقيقة لتحضير الأنشطة. تتعلق معظم الأسهم بالأنشطة (مثل حل المشكلات والأسئلة المفتوحة التي تشكل صلب تعليم بيار).

بيار مدرس رياضيات فرنسي في المدرسة الإعدادية يشارك بفعالية في أعمال التوثيق الجماعي، لا سيما في سيزاماث (انظر النافذة 1). طُلب منه رسم التمثيل التخطيطي لنظام الموارد الخاص به في فبراير 2009 (الرسم الأيسر)، ثم في فبراير 2010 (الرسم الأيمن).

الشكل3 : التمثيل التخطيطي لنظام الموارد لبيار (مأخوذ ومُترجم من Gueudet, Pepin, & Trouche 2012 ، ص 314 و 318).

منذ بداية المقاربة التوثيقية للديداكتيك، تم تطوير هذه الأداة في عدة اتجاهات:

- Hammoud (2012) ، في مجال ديداكتيك الكيمياء، اقترحت منهجيةً لتحليل التمثيل التخطيطي لنظام الموارد كخرائط ذهنية. كما استخدمت التمثيل التخطيطي لنظام الموارد لتطلب من المعلمين وصف تفاعلاتهم مع الزملاء، أو ضمن مجموعات مختلفة؛
- أعادت Rocha (2018) تسمية التمثيل التخطيطي لنظام الموارد باسم "رسم الخرائط التأملية لنظام موارد المعلم"، وذلك لسببين: التأكيد على دور التأمل؛ تشير بكلمة "الرسم التأملي" إلى عملية استكشاف تدريجي لمنطقة غير معروفة (للباحث، ولكن أيضًا في بعض النقاط للمعلم نفسه). تواجهRocha (المرجع نفسه) بشكل دائم، باتباع المبدأ الخامس (انظر أعلاه)، رسم الخرائط التأملية لنظام موارد الذي قدمه المعلم، بما تسميه "الاستدلال المستنتج لنظام موارد المعلم" الذي تعده الباحثة بنفسها.

إلى جانب هذه التمثيل التخطيطي لنظام الموارد المحددة، كأداة منهجية محددة تم تطويرها، حدثت تطورات منهجية جديدة للاستقصاء التأملي، للاقتراب قدر الامكان من "حقيقة" العمل التوثيقي للمعلم. على سبيل المثال، مشاهدة المعلم أثناء حلقات التفاعل مع الموارد، ليس فقط في الجلسات العامة (مثلاً في الصفوف) ولكن أيضًا أثناء الحلقات الأكثر خصوصية. على سبيل المثال، إعداد الخطة السنوية؛ تحضير الدرس وتنقيحه. تم إجراء متابعة مسجلة بالفيديو لحلقات متتالية Bellemain) (Trouche 2016 &، مما يتيح الوصول إلى إيماءات وكلمات المعلم أثناء عمله التوثيقي (مما يسمح، مثلاً، باستنتاج مكونات من المخططات). يثير هذا النوع من المتابعة بعض الصعوبات، فيما يلي بعضها:

- في ظل أي ظروف "طبيعية" يمكن للمدرس أن يتفاعل بمفرده مع الموارد، وفي نفس الوقت يصف الأساس المنطقي لنشاطه؟ تقدم وانغ (Wang 2018) فكرة زميل عمل التوثيق (documentation workmate) للمعلم، مما يعني أن المعلم يشارك بانتظام عمل التوثيق مع زميل (زميل العمل في التوثيق). أتاحت متابعة المعلمين العاملين معًا الوصول إلى تفسيرات متبادلة، كما أدت إلى ظهور جوانب من معارف المعلم التي توجه عمله التوثيقي (Trouche et al. 2019)؛

- كيف يمكن تخزين (لأغراض التحليل) البيانات غير المتجانسة والمتعددة الناتجة عن متابعة أعمال التوثيق للمعلمين؟ تمت معالجة هذه المشكلة في إطار مشروع AnA.doc (Alturkmani et al. 2019)، إذ تم تطوير نموذج أولي يسمح بتخزين مقاطع الفيديو بالإضافة إلى الموارد المتدخلة أو التي ينتجها عمل التوثيق للمعلمين. تفسح هذه المنصة لاحقاً المجال لمشاركة تحليل البيانات مع الباحثين.

يعد تحليل عمل توثيق المعلمين عملية معقدة. توفر المبادئ الخمسة لمنهجية الاستقصاء التأملي إرشادات للخيارات المنهجية. يحتاج الباحثون الذين يستخدمون هذه المبادئ إلى اتخاذ خيارات محفزة للحد من وفرة البيانات: اختيارات اللحظات الحاسمة لعمل التوثيق للمعلمين (انظر مفهوم الحوادث التوثيقية، Sabra 2016)؛ أو الموارد الهامة لنظام موارد المعلم (انظر مفهوم المورد المحوري، Gueudet 2017). هذا العمل هو قيد التطوير، وتحتاج القضايا المنهجية والمفاهيمية إلى ترابط أكثر.

6. آفاق لمزيد من التطويرات

المقاربة التوثيقية للديداكتيك هي إطار نظري حديث في ديداكتيك الرياضيات. في حين أن المفاهيم المقدمة في القسمين 2 و3 (الموارد والوثائق والتكوينات التوثيقية) أصبحت الآن راسخة، إلا أن المفاهيم الأكثر تفصيلاً مثل أنظمة الموارد وأنظمة الوثائق لا تزال تتطور. على سبيل المثال، في حالة معلمي الرياضيات بالمدارس الثانوية، هل من الممكن ملاحظة أنواع مختلفة من هيكليات أنظمة الوثائق الخاصة بهم والتي يمكن ربطها بسمات مهنية معينة لهؤلاء المعلمين؟ هل تشترك بعض مجموعات المعلمين (مجتمعات الممارسة على وجه الخصوص) في أنظمة توثيق جماعية؟

علاوة على ذلك، تطورت مجالات تطبيق المقاربة التوثيقية للديداكتيك على مر السنين. من حيث مستويات التعليم، فهي تتراوح الآن من مرحلة ما قبل المدرسة (Besnier & Gueudet 2016) إلى الجامعة (Gueudet 2017; Kock & Pepin 2018)، وتشمل أيضًا عمل المدربين التربويين بالموارد (Psycharis & Kalogeria 2018). من حيث التخصصات، تم استخدام المقاربة التوثيقة في العلوم التجريبية مثل الفيزياء والكيمياء (Hammoud 2012)، وكذلك في تعليم اللغة (Quéré, 2019). ما هي خصائص عمل التوثيق وأنظمة التوثيق للمعلمين في هذه السياقات الجديدة؟

أيضاً يؤدي استخدام المقاربة التوثيقية للديداكتيك في سياقات اجتماعية وثقافية مختلفة (مثل البرازيل، الصين، لبنان، النرويج والسنغال) إلى أسئلة حول أنظمة التسمية المختلفة التي يستخدمها المعلمون في عمل التوثيق اليومي. هذا التنوع هو نتيجة السياقات التاريخية والاجتماعية والثقافية التي يتم فيها عمل المعلمين. يمكن أن يؤدي البحث حول هذه الأسئلة إلى فهم أفضل لوجهة نظر أكثر دقة لطبيعة تفاعلات المعلمين مع الموارد وتعميق المفاهيم المتعلقة بـالمقاربة.

في دراسة حديثة، تم البحث في تعامل الطلاب مع الموارد (مثلKock & Pepin 2018). اقترحت دراسات أخرى (مثل Gueudet & Pepin 2018 ; Trouche, Gitirana, Miyakawa, Pepin, & Wang 2019) روابط محتملة مع نظريات أخرى. تقدم نظرية موقفيات تعليمية (Brousseau 1998)، على سبيل المثال، مفهوم البيئة (milieu) التي تشمل جميع الأشياء التي يتفاعل معها الطالب في موقفية رياضية معينة. يمكن اعتبار هذه الأشياء موارد. ما هي نتائج هذه الروابط النظرية؟

مع زيادة نطاق ظواهر التعلم والتعليم التي تمت دراستها باستخدام هذا النهج، تتطور المفاهيم والأساليب أيضًا. يظهر في العديد من المنشورات والمؤتمرات المتخصصة (مثلRe(s)sources International Conference 2018، انظر Gitirana et al. 2018 ; Trouche, Gueudet & Pepin 2019) التي ركزت على المقاربة التوثيقية للديداكتيك. تشكل هذه الدراسات والأنشطة علامات بارزة في التطوير المستمر لهذا الإطار النظري.

المراجع

Adler, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education, 3*, 205–224.

Alturkmani, M., Daubias, P., Loisy, C., Messaoui, A., & Trouche, L. (2019). Instrumenter les recherches sur le travail professeur : le projet AnA.doc. *Education & didactique*, *13*(2), 31-60.

Ball, D. L., Hill, H. C., & Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching. Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide? *American Educator*, *30*(3), p. 14–17, 20–22, 43–46.

Bellemain, F., & Trouche, L. (2016). *Comprendre le travail des professeurs avec les ressources de leur enseignement, un questionnement didactique et informatique*, conférence invitée au premier symposium latino-américain de didactique des mathématiques, Bonito, Brazil, 3 novembre,

https://drive.google.com/file/d/0B6OphkgfrkD3ZFRtTDJ2anRfSWM/view

Besnier, S. (2019). Travail documentaire des professeurs et ressources technologiques : le cas de l'enseignement du nombre à l'école maternelle. *Education & Didactique, 13*(2), 119-153.

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques.* Grenoble : La Pensée Sauvage.

Brown, M. W. (2009). The teacher-tool relationship: Theorizing the design and use of curriculum materials. In J. T. Remillard, B. A. Herbel-Eisenmann, & G. M. Lloyd (Eds.), *Mathematics teachers at work: Connecting curriculum materials and classroom instruction* (pp. 17–36). New York: Routledge.

Chevallard, Y. (1994). Les processus de transposition didactique et leur théorisation. In G. Arsac, Y. Chevallard, J.-L. Martinand, & A. Tiberghien (Eds), *La transposition didactique à l'épreuve*. (pp. 135-180). Grenoble : La Pensée sauvage.

Cooney, T. J. (1999). Conceptualizing teachers' ways of knowing. *Educational Studies in Mathematics, 38*, 163–187.

Gitirana, V., Miyakawa, T., Rafalska, M., Soury-Lavergne, S., & Trouche, L. (Eds.) (2018). *Proceedings of the Re(s)sources 2018 international conference*. ENS de Lyon, accessible à https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01764563

Gueudet, G. (2017). University Teachers' Resources Systems and Documents. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education 3*(1), 198-224.

Gueudet, G. (2019). Studying Teachers' Documentation Work: Emergence of a Theoretical Approach. In L. Trouche, G. Gueudet, & B. Pepin (Eds.), *The 'resource' approach to Mathematics Education*. Springer series Advances in Mathematics Education (pp. 447-489). Cham: Springer – Vidéo de la conférence ayant donné naissance à ce chapitre, sous-titrée en français, à cette adresse http://video.ens-lyon.fr/ife/2018/2018-05-28_003_ Ressources2018_Ghislaine_Gueudet_v1.fra.mp4

Gueudet, G., & Pepin, B. (2018). Didactic contract at university: a focus on resources and their use. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education 4*(1), 56-73.

Gueudet, G., Pepin, B., & Trouche, L. (Eds.) (2012). *From Text to 'Lived' Resources: Mathematics Curriculum Materials and Teacher Development.* New York*:* Springer*.*

Gueudet, G., & Trouche, L. (2008). Du travail documentaire des professeurs : genèses, collectifs, communautés. Le cas des mathématiques. *Education et didactique,* 2(3), 7-33

Gueudet, G., & Trouche, L. (2009). Towards new documentation systems for mathematics teachers? *Educational Studies in Mathematics, 71*(3), 199-218.

Gueudet, G., & Trouche, L. (2010). Des ressources aux documents, travail du professeur et genèses documentaires. In G. Gueudet, & L. Trouche (dir.) *Ressources vives. La documentation des professeurs en mathématiques* 57-74*,* INRP et PUR

Guin, D., Trouche, L. (dir.) (2002). *Calculatrices symboliques : transformer un outil en un instrument du travail mathématique, un problème didactique*. Grenoble : La pensée sauvage.

Guin, D., Ruthven, K., & Trouche, L. (Eds.) (2005). *The didactical challenge of symbolic calculators: turning a computational device into a mathematical instrument*. New York: Springer.

Hammoud, R. (2012). Le travail collectif des professeurs en chimie comme levier pour la mise en œuvre de démarches d'investigation et le développement des connaissances professionnelles. Contribution au développement de l'approche documentaire du didactique. Thèse de l'Université Lyon 1. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00762964

Kock, Z.-J., & Pepin, B. (2018). Student use of resources in Calculus and Linear Algebra. Presentation at *INDRUM conference*, Kristiansand April 2018.

Pepin, B., Choppin, J., Ruthven, K., & Sinclair, N. (2017). Digital curriculum resources in mathematics education: foundations for change. *ZDM Mathematics Education, 49*(5), 645- 661.

Pepin, B., & Gueudet, G. (2018) Curriculum resources and textbooks in mathematics education. In Lerman, S. (ed.) *Encyclopedia of Mathematics Education.* Springer.

Pepin, B., & Gueudet, G. (2020). Studying Teacher Collaboration with the Documentational Approach: From Shared Resource to Common Schemes? In H. Borko, & D. Potari (Eds.) *ICMI study 25 Proceedings. Teachers of Mathematics Working and Learning in Collaborative Groups.* Lisbon, Portugal.

Pepin, B., Gueudet, G. & Trouche, L. (2013). Re-sourcing teachers' work and interactions: a collective perspective on resources, their use and transformations. *ZDM Mathematics Education. 45*(7), 929-944.

Pepin, B., Gueudet, G., & Trouche, L. (2017). Refining *teacher design capacity*: *Mathematics teachers' interactions with digital curriculum resources*, *ZDM Mathematics Education, 49*(5), 799-812, http://rdcu.be/tmXb

Poisard, C., Bueno-Ravel, L., & Gueudet, G. (2011). Comprendre l'intégration de ressources technologiques en mathématiques par des professeurs des écoles. *Recherches en didactique des mathématiques*. *31*(2), 151-189.

Psycharis, G., & Kalogeria, E. (2018). Studying the process of becoming a teacher educator in technology-enhanced mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *21*(6), 631-660. https://doi.org/10.1007/s10857-017-9371-5

Quéré, N. (2019). Les effets du travail de conception collaboratif entre professeur.e.s et chercheur.e.s : une étude de cas en anglais. *Recherches En Education, 38,* 32-46.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains.* Paris : Armand Colin.

Ravel, L. (2005). Des programmes à la classe : Etude de la transposition didactique interne. Exemple de l'arithmétique en Terminale S spécialité mathématique, In C. Castela & C. Houdement (Eds.), *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques, Année 2004*, (pp.193-222).Paris : IREM Paris VII et ARDM.

Remillard, J. T. (2005). Examining key concepts in research on teachers' use of mathematics curricula. *Review of Educational Research*, *75*(2), 211–246.

Rocha, K. (2018). Uses of Online Resources and Documentational Trajectories: the Case of Sésamath. In L. Fan, L. Trouche, S. Rezat, C. Qi, & J. Visnovska (Eds.), *Research on Mathematics Textbooks and Teachers' Resources: Advances and issues* (pp. 235-258). Springer.

Sabra, H. (2016). L'étude des rapports entre documentations individuelle et collective : incidents, connaissances et ressources mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, *36*(1), 49-95.

Salaün, J.-M. (2012). *Vu, lu, su. Les architectes de l'information face à l'oligopole du Web*. Paris : La Découverte.

Trouche, L. (2016). Didactics of Mathematics: Concepts, Roots, Interactions and Dynamics from France. In J. Monaghan, L. Trouche, & J.M. Borwein, *Tools and mathematics, instruments for learning* (pp. 219-256). New York: Springer.

Trouche, L. (2019). Evidencing missing resources of the documentational approach to didactics. Towards ten programs of research / development for enriching this approach. In L. Trouche, G. Gueudet, & B. Pepin (Eds.), *The 'resource' approach to Mathematics Education*. Springer series Advances in Mathematics Education (pp. 447-489). Cham: Springer – Vidéo de la conférence ayant donné naissance à ce chapitre, sous-titrée en français, à cette adresse http://video.ens-lyon.fr/ ife/2018/2018-05-30_009_Ressources2018_Luc_Trouche_v1.mp4.

Trouche, L., Gitirana, V., Miyakawa, T., Pepin, B., & Wang, C. (2019). Studying mathematics teachers interactions with curriculum materials through different lenses: towards a deeper understanding of the processes at stake. *International Journal of Educational Research 93*, 53-67, retrieved on February 21st at https://doi.org/10.1016/j.ijer.2018.09.002

Trouche, L., Gueudet, G. & Pepin, B. (2018). Documentational Approach to Didactics, *Encyclopedia of mathematics education.* Lerman, S. (ed.). Cham: Springer, 11 p. 100011

Trouche, L., Gueudet, G., & Pepin, B. (Eds.) (2019). *The Resource approach to mathematics education.* New York: Springer.

Vergnaud, G. (1998). Toward a cognitive theory of practice. In A. Sierpinska, & J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics education as a research domain: A search for identity* (pp. 227–241). Dordrecht: Kluwer.

Vygotsky, L. S. (1978). *Thought and language*. Cambridge: MIT Press (Original work published 1934).

Wang, C. (2018). Mathematics teachers' expertise in resources work and its development in collectives. A French and a Chinese Cases. In Fan, L., Trouche, L., Rezat, S., Qi, C., & Visnovska, J. (Eds.),

Research on Mathematics Textbooks and Teachers' Resources: Advances and issues (pp. 193-213*)*. Springer.

Wenger, E. (1998). *Communities of practice. Learning, meaning, identity*. New-York: Cambridge University Press.