

## **Les mathématiques vécues dans la topographie : le cas du cours technique intégré à l'enseignement secondaire**

### **Mathematics experienced in topography: the case of the technical course integrated into secondary education**

Alexandre Luis de Souza Barros<sup>1</sup>

EDUMATEC, Université Fédérale de Pernambuoc, Brésil

<https://orcid.org/0000-0002-9051-2602>

Paula Moreira Baltar Bellemain<sup>2</sup>

EDUMATEC, Université Fédérale de Pernambuoc, Brésil

<https://orcid.org/0000-0002-2864-8883>

### **Résumé**

Ce texte présente une partie d'un travail de thèse, en cours, qui porte sur la vie de savoirs mathématiques dans le cours de Topographie en formation technique au lycée agricole. L'établissement dans lequel nous réalisons notre recherche appartient au réseau Fédéral de l'Éducation au Brésil. Notre parcours méthodologique s'appuie sur des interviewes, des observations de classes et l'analyse de documents officiels. Les analyses présentées ici concernent des situations sur la construction d'un angle droit sur un terrain plat. Les résultats montrent le besoin de discuter, entre autres aspects, l'utilisation des instruments de mesures dans les activités qui demandent l'emploi des mathématiques.

**Mots-clés :** Enseignement technique de niveau intermédiaire, théorie anthropologique de la didactique; Enseignement de la topographie.

### **Abstract**

This text presents a part of a thesis work currently underway that deals with the life of mathematical knowledge during Topography in technical training at the agricultural college. The institution in which we carry out our research belongs to the Federal Network

---

<sup>1</sup> [alex.luis.barros@gmail.com](mailto:alex.luis.barros@gmail.com)

<sup>2</sup> [pmbaltar@gmail.com](mailto:pmbaltar@gmail.com)

of Education in Brazil. Our methodological approach is based on interviews, class observations and analysis of official documents. The analyzes presented here concern situations on the construction of a right angle on flat ground. The results show the need to discuss, among other aspects, the use of measurement instruments in activities that require the use of mathematics.

**Abstract:** Technical Education of Middle Level, Anthropological Theory of Didactics, Topography Teaching.

## **Les mathématiques vécues dans la topographie : le cas du cours technique intégré à l'enseignement secondaire**

Ce texte est issu d'une recherche doctorale en cours, dans lequel nous discutons de la mobilisation de connaissances mathématiques en formation professionnelle technique agricole. La motivation première de notre recherche est un questionnement concernant les difficultés des élèves des cours techniques lors de l'emploi de savoirs mathématiques.

Actuellement, l'enseignement technique brésilien est sur le point de subir des changements (Brasil 2017). Cependant, ces changements ne concernent pas notre étude, car ils ne seront mis en place qu'en 2018.

Les réflexions de notre travail ciblent l'état dans lequel se trouve l'enseignement secondaire, les trois classes finales du lycée de caractère propédeutique et la formation Professionnelle et Technologique, celle-ci offerte à divers niveaux et sous différentes modalités. En ce qui concerne la formation secondaire, dénommée Éducation Professionnelle Technique de Niveau Moyen, elle est offerte sous deux formes, intégrées ou articulées au lycée (étudiants de 15 à 17 ans).

### **Cadre Théorique**

Nous adoptons le postulat de la théorie anthropologique du didactique selon lequel toute activité humaine (y compris l'activité mathématique et l'activité d'étude) peut être modélisée par les praxéologies (Yves Chevallard, 1999). Avenilde Romo-Vazquez (2009) et Olda Nadinne Covián Chávez (2013), élargissent le modèle praxéologique initial, pour étudier des questions spécifiques du domaine de l'éducation professionnelle. Romo-Vazquez (2009) a fait une recherche sur les savoirs mathématiques dans la formation d'ingénieurs. Cette recherche a été consacrée à l'étude de la place attribuée aux mathématiques dans la formation des futurs ingénieurs leur permettant de répondre aux besoins mathématiques de leur profession.

Chávez (2013) pose les questions suivantes à propos du processus de la transposition didactique : Que se passe-t-il lorsque le scénario étudié est celui de la formation de futurs professionnels ? Quelles sont les institutions impliquées ? Quel est le type d'enseignement et quels modèles praxéologiques sont présents ?

Dans ces recherches, l'expression disciplines intermédiaires désigne les disciplines qui font usage des mathématiques, sans avoir comme finalité l'enseignement de savoirs mathématiques. On remarque que ces disciplines sont opportunes pour travailler les relations entre la théorie et la pratique. Selon Romo-Vazquez (2009, p. 289) « [...] l'analyse des projets montre que la plupart des praxéologies qui y sont impliquées se trouvent dans les disciplines intermédiaires et elles présentent une composante mathématique imbriquée dans les savoirs de ces disciplines et éventuellement d'autres savoirs [...] ».

Romo-Vazquez (2009) remarque une certaine ambiguïté dans les termes qui énoncent les fonctions de la technologie au sens de la TAD : explication, justifications et production de techniques. Elle souligne le besoin d'existence de différents types de discours technologiques et les fonctionnalités pour le dit discours. Romo-Vazquez (2009, p. 62) « [...] Castela (2008) propose ce qui peut apparaître comme un élargissement de la notion de technologie, y soulignant deux composantes : la composante théorique  $\theta^{\text{th}}$  et la composante pratique  $\theta^{\text{p}}$  ». Ce modèle distingue, au sein de la technologie, deux composantes qui correspondent à deux types de validation. La composante théorique est le résultat d'une théorie qui la valide. La composante pratique est validée par l'emploi des pratiques et développe, essentiellement les savoirs en rapport avec les fonctionnalités de la technique. Six fonctionnalités sont alors mises en évidence : décrire, motiver, favoriser, valider, expliquer et évaluer (Romo-Vazquez, 2009). La forme actuelle de ce modèle est en Corine Castela (2016).

## **Parcours Méthodologique**

Notre recherche porte sur la vie de savoirs mathématiques dans l'enseignement de la Topographie dans une formation technique agricole intégré au lycée dans un établissement scolaire appartenant au réseau fédéral d'éducation. Pour cela, des séances de classe ont été filmées au deuxième semestre de 2016. Nous avons aussi fait des entretiens avec l'enseignant, analysé les documents du projet pédagogique de cette formation et les livres utilisés par le professeur, ainsi que des documents nationaux officiels sur l'enseignement professionnel.

### **Résultats Partiels**

Le cours de topographie, s'étale sur 12 séances de 4 heures et 10 minutes chacune, tout au long du deuxième semestre de la formation.

Les premières rencontres ont un caractère plus descriptif, de présentation de la topographie et des instruments topographiques. À partir de la troisième ou quatrième séance, le professeur met en place deux dynamiques : la première propose aux étudiants de travailler des activités en salle de classe, la deuxième les propose hors de la salle de classe par le biais d'une pratique effective. A partir de la neuvième séance, la pratique occupe de plus en plus de place.

Les analyses préliminaires du cours de topographie ont montré la forte présence de savoirs mathématiques, comme les longueurs, les angles, le théorème de Pythagore et des objets liés à la trigonométrie.

**Dans les deux premières séances** d'une durée de 4 heures et 10 minutes chacune, le professeur présente le domaine et les instruments de la topographie : c'est la première séance du groupe avec ce professeur, qui n'a enseigné aucune discipline à ce groupe auparavant.

Le professeur présente la topographie comme une science appartenant au groupe des sciences exactes : la topographie s'occupe de l'étude de la surface terrestre en prenant en compte ses différents niveaux, c'est-à-dire, altitudes et déclives. Cette étude demande l'usage d'instruments topographiques : mètre, boussole, niveau, théodolite, clinomètre, GPS, balise et mire parlante. Ceux-ci ont été retenus par le professeur comme les principaux instruments manipulés lors des séances de topographie.

Lors de la description des instruments le professeur souligne différents aspects, parmi d'autres : les différentes matières impliquées dans la confection des instruments, les différents modèles disponibles dans le marché pour un même instrument ; le principe de fonctionnement de quelques instruments ; leurs usages en topographie et dans les autres sciences qui l'utilisent.

Un aspect important observé dans les premières séances descriptives, concerne la référence aux situations de la pratique qui justifient l'usage des instruments : à cette occasion les notions d'alignement et de construction d'un angle droit sont particulièrement présentes.

Pour décrire les praxéologies attachées aux notions d'alignement et de construction d'un angle droit nous adoptons les notations suivantes : type de tâches  $T_i$ , où  $i$  indique l'ordre chronologique d'apparition ; technique  $\tau_{i,j}$ , où le symbole  $j$  désigne les différentes techniques proposées pour la résolution du même type de tâches  $T_i$ . Dans cette analyse partielle, nous décrivons les éléments identifiés et mentionnés par le professeur dans les cours de Topographie. Nous appelons « points », les endroits choisis sur un terrain pour marquer des repères ou balises. Nous emploierons aussi l'expression « opérateur » pour identifier les personnages fictifs participant aux activités, car nécessaires aux résolutions des situations de travail sur le terrain.

Les premiers types de tâches sont donc les suivantes : « aligner trois points » ; « construire un angle droit ». Ces deux types de tâches participent à la résolution du problème de la construction d'un angle sur un terrain plat.

Tout d'abord, les types de tâches sont proposés par le professeur afin de justifier l'usage des instruments topographiques. Mais en fait ces types de tâches semblent être la raison d'être de l'étude de ces instruments : pourquoi étudier tel instrument ? On l'étudie parce que dans cette situation, il est nécessaire de l'employer pour accomplir cette tâche.

**Dans les cours suivants**, le professeur expose des situations de topographie et fait étudier leurs résolutions avec différents instruments. La question posée est alors : comment résoudre cette situation ? La réponse est toujours : nous pouvons la résoudre par le biais d'un ensemble d'instruments. Le professeur croit qu'en proposant et donnant la réponse, il travaille la « partie théorique » de la discipline. Nous avons observé que la « partie pratique » est orientée uniquement vers la manipulation des instruments pour accomplir la tâche donnée.

Tableau 1

*Éléments de la praxéologie relative au type de tâche : tracer le segment d'une ligne droite sur un terrain*

Type de tâche $T_1$	Tracer le segment de la ligne droite AC sur un terrain plat.
Technique $\tau_{1.1}$	En utilisant trois balises, la première située sur un point initial A, la deuxième située à quelques mètres de A appelé point B, la troisième sera située sur le prolongement de AB si, en faisant usage de l'œil mire, on arrive à « cacher » derrière la balise A les balises B et C.
Technologie $\theta^p$	(Motivation) Dans la réalisation d'alignements sur des terrains de surface territoriale <i>supérieure à 50 mètres</i> , lorsque vous cachez la troisième balise, vous garantes l'alignement. Le professeur souligne aussi l'importance de la personne positionnée au point A pour orienter la personne positionnée au point C.

Une autre séquence concerne la construction de l'angle droit. La photographie 1 ci-dessous illustre une « partie des cours pratiques », dans laquelle le professeur profite de l'angle droit de la cour pour travailler avec le groupe, la technique décrite ci-après.

## Photographie 1

### *Construction d'un angle droit avec un mètre et des balises*



La construction d'un rectangle peut se faire selon les deux techniques présentées ci-après dans le tableau 2.

Tableau 2

*Éléments de la praxéologie relative au type de tâche : construire un angle droit sur un terrain plat*

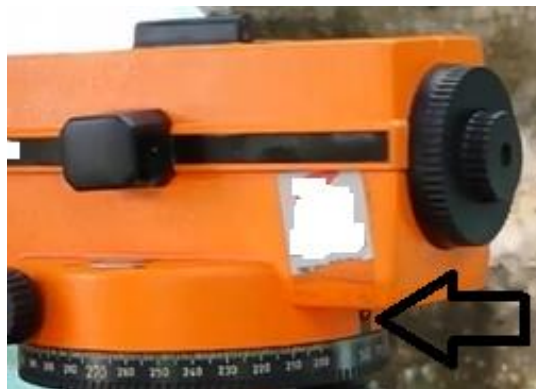
Type de tâche $T_2$	Construire un angle droit de sommet sur le point C et dont l'un des côtés est le segment AC.
Technique $\tau_{2.1}$	En utilisant trois balises et le mètre on construit un triangle rectangle de sommet C, dont les côtés mesurent 3m, 4m et 5m, le côté opposé à C mesurant 5m.
Technologie $\theta^{\text{th}}$	Il s'agit d'une construction d'un triangle rectangle justifiée par la réciproque du théorème de Pythagore.
Technologie $\theta^{\text{p}}$	Le professeur décrit la technique pas à pas. Positionner la balise et le zéro du mètre sur le point C. Allonger le mètre ruban jusqu'à la graduation de 3m, en repérant un point sur le segment AC, puis allonger le mètre jusqu'à la graduation de 8 mètres, en repérant le troisième point. Ensuite, allonger le mètre de retour au point C qui doit retrouver le point de départ zéro avec la graduation de 12 mètres. Le professeur souligne que le mètre doit être bien tendu et passe par la balise, en vérifiant que chaque côté du triangle constitué par le mètre se trouve parallèle au sol.
Technique $\tau_{2.2}$	En employant le théodolite (ou niveau) et deux balises, mettre en place un point C et visualiser la balise en un point sur le côté AC. Ensuite, tourner l'instrument de $90^\circ$ et orienter l'opérateur pour qu'il positionner une balise permettant de repérer le troisième point B.

Sur la photographie 2 une flèche indique le point de repère posé sur l'instrument topographique appelé niveau. Ce point permet de mesurer l'angle de rotation, rendant possible la réalisation de la technique  $\tau_{2.2}$  décrite ci-dessus.



## Photographie 2

### *Instrument nommé niveau*



### **Considérations finales**

Ce travail porte sur les conditions et les contraintes de la vie de savoirs mathématiques dans le cours de Topographie, en lycée technique agricole. Nos analyses ont montré l'importance de la pratique de l'usage d'instruments topographiques dans le discours technologique. Le besoin de manipuler un certain instrument (ou ensemble d'instruments) dans la résolution d'une tâche implique différents facteurs et modifie de manière significative les praxéologies. Les choix des instruments sont fait sous l'influence des pratiques courantes dans les milieux professionnels, donc dans des institutions d'usage de ces praxéologies. Les cours observés nous amènent à interroger l'existence d'un ensemble de types de tâches, dont l'objectif est de faire apprendre la manipulation adéquate des instruments effectivement utilisés par les praticiens de la topographie. Quel rôle ont les savoirs mathématiques dans ces types de tâches ? Quel regard peut-on porter, du point de vue de la TAD, sur ces types de tâche ? Le modèle présenté par Castela (2016) sera-t-il pertinent pour cette étude ? La recherche en cours vise à apporter des éléments de réponse à ces questions.

## Références

- Chevallard, Y. Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques : L'approche anthropologique. *Actes de l'université de la Rochelle. Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques*, 1998.  
[http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id\\_article=27](http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=27)
- Chevallard, Y. Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathématiques. *Actes des 3e Journées d'étude franco-québécoises*, 2002.  
[http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id\\_article=62](http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=62)
- Chevallard, Y. La notion d'ingénierie didactique, un concept à refonder Questionnement et éléments de réponse à partir de la TAD. *Actes de la 15e école d'été de didactique des mathématiques*, Grenoble : La Pensée Sauvage, 2009.  
[http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id\\_article=144](http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=144)
- Castela, C. Cuando las praxeologías viajan de una institución a otra: una aproximación epistemológica del “boundary crossing”. *Educación Matemática*, 28(2), p. 9-30, 2016. <http://www.revista-educacion-matematica.com/descargas/Vol28-2-1.pdf>
- Chavez, O. N. C. *La formación matemática de futuros profesionales técnicos en construcción*. Thèse de doctorat, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Del Instituto Politécnico Nacional. México, Distrito Federal, 2013.  
<http://www.researchgate.net/publication/271198372>
- Romo-Vazquez, A. *La formation mathématique des futurs ingénieurs*. Thèse de doctorat, Université Paris 7, 2009. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00470285>