

Production de « suites diagrammatiques » pour raconter des expériences.

L'écriture et le dessin chez les élèves des cycles 2 et 3

Éric Tortochot (1), Magali Coupaud (2), Alice Delserieys Pedregosa (3)

(1), (2), (3) UR 4671 ADEF, Aix-Marseille Université, FED 4238 SFERE Provence, Ampiric, Pôle pilote de formation des enseignants et de recherche pour l'éducation

Introduction

Lorsque les élèves racontent la science en images et textes sous la forme de bande dessinée, ils développent des savoirs scientifiques valides mais incomplets. Ils semblent apprendre en sciences par le récit mais s'arrangent avec le savoir savant pour raconter avec efficacité (de Hosson et al., 2019). Dans une recherche précédente (Tortochot et al., 2022), nous avons montré comment des collégiens « instrumentent » leur activité à l'aide d'outils cognitifs opératifs pour rendre compte de leur compréhension des règles d'un jeu de plateau portant sur des concepts complexes de hasard et d'évolution du vivant. Les outils cognitifs opératifs sont utilisés à bon escient dans la plupart des cas, parfois au détriment de l'exactitude des savoirs qu'ils essaient de véhiculer. Qu'en est-il alors quand des élèves des cycles 2 et 3 doivent raconter les expériences qu'ils mènent en classe sur un carnet d'expérimentation tout en apprenant à écrire, investiguer, dialoguer, négocier ?

Contexte et cadre théorique

Une approche STEAM : apprendre et comprendre la démarche scientifique dans des ateliers multiniveaux interdisciplinaires

L'étude porte sur l'activité de récit menée par 145 élèves des cycles 2 et 3 (CP - CM2) dans une école élémentaire d'un quartier populaire hors REP de Marseille. Deux ateliers multi-niveaux et transdisciplinaires, en arts, technologie, sciences, co-conçus avec des enseignantes, leur sont proposés : un atelier sur l'image animée (avec la création d'un thaumatrope et d'une bande animée) et un autre sur l'objet technique « zootrope ». Les élèves rendent compte chacun des étapes de leurs démarches d'investigation et de résolution de problèmes articulés à des pratiques artistiques avec des notes écrites et graphiques dans un carnet papier d'expérimentation et, parfois, en réalisant des maquettes. Le projet pédagogique est fondé sur l'approche « STEAM » en éducation (Sciences, Technologie, Ingénierie [Engineering], Arts et Mathématiques) qui favorise l'innovation mais aussi la transformation des pratiques (MacDonald et al., 2020). Pour y parvenir, les imbrications disciplinaires doivent être pensées selon des moyens et des objectifs appropriés. Pour que le raisonnement scientifique, en tant que connaissance, passe par des mécaniques de vulgarisation, il faut trouver des moyens de favoriser le passage des concepts pragmatiques (entendus comme obstacles épistémologiques) vers les concepts scientifiques (Vergnaud, 2008).

Écrire et dessiner à la fois pour raconter la science que l'on fait

Le dessin et l'écrit combinés peuvent être une aide. Ainsworth et al. (2011) considèrent que les dessins en sciences aident à 1) améliorer l'engagement en classe, 2) apprendre à représenter la science, 3) raisonner, 4) développer des stratégies d'apprentissage, 5) communiquer. Cela nécessite un effort d'abstraction qui pousse l'apprenant à préciser davantage ses idées (Brooks, 2009) mais aussi à rendre ses idées visibles et accessibles (Tortochot et al., 2024) pour partager des informations qu'il serait difficile d'expliquer autrement. Ce constat se rapproche de l'usage des illustrations scientifiques dans les apprentissages pour identifier et mémoriser des savoirs spécifiques (de Hosson et al., 2019 ; Bordenave & de Hosson, 2022). Comme un dessinateur de BD, quand des élèves racontent la science par le dessin, ils peuvent exclure toute formalisation scientifique au risque d'une information scientifique incorrecte (Ibid.). Parce que les dessins représentent des artefacts incomplets, ils permettent de développer des concepts pragmatiques qui complètent, s'opposent à, ou dialoguent avec, les concepts scientifiques (Vergnaud, 2008).

Les « suites diagrammatiques » : outils cognitifs opératifs

Les images et/ou les textes créés par les élèves sont opératifs (Tortochot et al., 2024). Les images opératives ont pour finalité de s'adresser à des interlocuteurs qui ne retiendront qu'un type d'informations parce qu'ils n'ont pas besoin de tout savoir de la complexité de ce qui est représenté : les élèves produisent des sortes de « théâtres de machines », c'est-à-dire une association texte-image pour transmettre des modèles de machines (Métailié & Vérin, 2018) qui n'atteignent pas les conditions de la validation scientifique, technologique (Dolza & Vérin, 2004). Quand images et textes opératifs sont associés, on parle de « suites diagrammatiques » comme « une image dynamique chargée de potentiel qu'il s'agit de faire fonctionner pour en tirer de l'information » (Beaubois, 2022, p. 209). Dans ces dernières, les savoirs, tant théoriques que pratiques, sont « réduits en art et méthodes, [...] en vue de faciliter l'action » (Dolza et Vérin, 2004, p. 30). Les outils cognitifs opératifs « prennent en charge une partie de l'activité cognitive des utilisateurs et contribuent ainsi à la réalisation de la tâche » (Rabardel, 1995, p. 70).

La question de recherche peut être formulée ainsi : qu'est-ce que les diagrammes entendus comme traces dynamiques de récits dans l'activité d'apprentissage nous disent de ce que les élèves apprennent dans une approche STEAM par investigation et comment les élèves utilisent ces diagrammes ?

L'hypothèse est que les élèves cherchent à compenser leur difficulté à exprimer verbalement des idées complexes, par le dessin. Les élèves peuvent avoir deux manières de travailler : 1) délaissé le dessin au profit de l'écrit pour rendre compte de leur nouvelle connaissance ; 2) articuler au mieux textes et dessins pour raconter les expériences.

Méthodologie

L'étude s'appuie sur une analyse sémio-cognitive des traces laissées : brouillons, annotations, reformulations, écrits et représentations intermédiaires. Le but de l'analyse sémio-cognitive (Lebahar, 2007) est de confronter le dessin et le texte par des outils de la sémiotique linguistique et graphique afin d'identifier l'énonciation ou la traduction des concepts utilisés par les élèves (Tortochot et al., 2024) ainsi que la catégorisation des savoirs acquis par les élèves (Kampeza & Delsérieys, 2020). L'analyse doit pouvoir déceler aussi les différences entre les concepts pragmatiques et les concepts scientifiques. Les textes et dessins sont analysés séparément et conjointement (voir annexe). Nous avons établi une grille de lecture des carnets (voir annexe) dans laquelle nous étudions d'une part le texte (vocabulaire courant, scientifique, technique et genre descriptif, argumentatif, informatif), d'autre part,

l'articulation et le lien entre textes et dessins (natures : hypothèse, dispositif, retour sur expérience, conclusion) et, enfin, les types d'images réalisés (illustration, diagramme ou maquettes). Séparément, les textes énoncent les concepts pragmatiques plus ou moins éloignés des concepts scientifiques et les images informent sur le degré de complexité et de précision des expériences scientifiques ou des processus techniques abordés pendant l'atelier. Conjointement, les textes et les images informent sur l'articulation entre les concepts pragmatiques développés et les modalités d'expression de ces concepts. De ce point de vue, nous proposons de regarder :

- les utilisations ou mobilisations des savoirs sur l'image animée, sur la persistance rétinienne ;
- les obstacles rencontrés dans les idées, récits et représentations graphiques ;
- les sources de savoirs utilisées par les élèves dans les carnets: le monde quotidien, la pensée commune, des objets de savoirs scientifiques.

Résultats

Dans cette perspective génétique, l'analyse des écrits permet d'identifier des idées d'élèves en accord avec la pensée scientifique sur l'image animée grâce à une lecture épistémique des savoirs conceptuels ou idées de la pensée commune et obstacles mobilisés dans l'activité écrite et dessinée. En ce sens, les premiers résultats montrent des stratégies d'adaptation aux contraintes de l'écrit et du dessin utilisés simultanément en vue de communiquer des informations sourcées et des idées complexes associées aux étapes des démarches d'investigation. Voici trois exemples extraits des 145 carnets d'expérimentation scientifique réalisés par des élèves de cycle 2 (Figure 1).

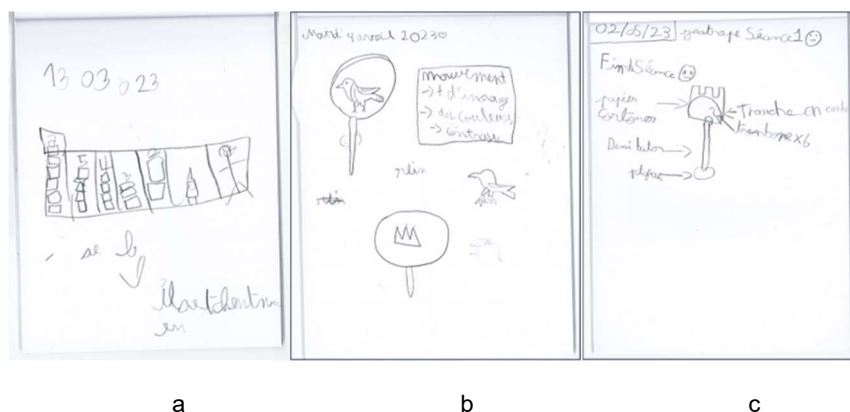


Figure 1 : extraits de 3 carnets d'expérimentation (présentation a. d'un projet de bande animée, sur papier, format A5, b. du principe du thaumatrope, c. du zootrope par schéma et nomenclature

La bande animée est représentée dans son principe de succession d'images qui présentent une transformation dans le temps de cubes en « bonhomme » (Fig. 1a). Le texte maladroit précise ce que le dessin sommaire semble ne pas raconter puisque la bande animée ne doit être regardée que dans la dynamique du mouvement du zootrope.

Sans apprentissage spécifique du dessin technique, les élèves agencent textes et images de façon à communiquer des idées complexes qui reposent autant sur des savoirs pragmatiques (les résultats de l'expérience sur la persistance rétinienne) que sur des savoirs scientifiques validés par la communauté des experts (Fig. 1b).

Les élèves ont navigué entre des supports écrits (notice de fabrication) qui leur proposent des représentations normées des objets, et l'observation de l'objet qu'ils ont réalisé et manipulé, avec des imperfections ou des caractéristiques uniques, et un usage dynamique (Fig. 1c). Souvent limités par leurs compétences graphiques et lexicales, les élèves trouvent des solutions pour produire des traces qui évoquent la fabrication de l'objet et son utilisation dynamique avec les concepts physiques sous-jacents qui expliquent cette dynamique.

Discussion / conclusion

Les carnets d'expérimentation sont l'adaptation des carnets de laboratoire. Ils peuvent aider à répondre à cinq questions principales qui structurent la démarche

d'investigation : 1) ce que je cherche (questions) ; 2) ce que je propose (hypothèses) ; 3) ce que je fais (expériences) ; 4) ce que j'observe (résultats) ; 5) ce que je déduis (conclusion). Les résultats montrent que les concepts scientifiques peuvent être difficilement associés à l'une de ces questions. Il n'est pas possible non plus d'identifier une structure de type démarche d'investigation en l'absence des cinq points. Toutefois, les élèves élaborent des stratégies qui caractérisent les suites diagrammatiques comme des théâtres de machines.

Parmi les perspectives possibles, nous avons envisagé un usage plus collectif du carnet afin de ne pas léser les élèves qui n'ont ni écriture, ni dessin à leur disposition pour exprimer une idée. La possibilité de les faire travailler en petits groupes avec des pairs plus âgés est une forme d'adaptation à la réalité observée. D'autre part, l'usage d'un carnet numérique prêt à l'emploi et structuré selon la démarche décrite plus haut est une possibilité également de comparer la manière dont les élèves travaillent le récit scientifique avec d'un côté des carnets papier et de l'autre des carnets numériques.

Bibliographie

- Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R. (2011). Drawing to Learn in Science. *Science (American Association for the Advancement of Science)*, 333(6046), 1096-1097. <https://doi.org/10.1126/science.1204153>
- Beaubois, V. (2022). *La zone obscure. Vers une pensée mineure du design*. it: éditions.
- Bordenave, L., & de Hosson, C. (2022). Les savoirs de sciences au risque de la bande dessinée. In C. Houdement, C. de Hosson, & C. Hache (Eds.), *Approches sémiotiques en didactique des sciences* (pp. 93-138). ISTE.
- Brooks, M. (2009). Drawing, Visualisation and Young Children's Exploration of "Big Ideas". *International Journal of Science Education*, 31(3), 319-341. <https://doi.org/10.1080/09500690802595771>
- de Hosson, C., Bordenave, L., Daures, P.-L., Décamp, N., Hache, C., Horoks, J., & Kermen, I. (2019). Quand l'élève devient auteur.e : analyse didactique d'ateliers BD-sciences. *Tréma*, 51, <https://doi.org/10.4000/trema.4895>
- Houdement, C., de Hosson, C. & Hache, C. (2022). *Approches sémiotiques en didactique des sciences*. ISTE.
- Kampeza, M., & Delsérieys, A. (2020). Acknowledging drawing as a mediating system for young children's ideas concerning change of state of matter. *Review Of Science, Mathematics And ICT Education*, 14(2), 105-124. <https://doi.org/10.26220/rev.3512>

- Lebahar, J.-C. (2007). *La conception en design industriel et en architecture. Désir, pertinence, coopération et cognition*. Lavoisier.
- MacDonald, A., Wise, K., Tregloan, K., Fountain, W., Wallis, L., & Holmstrom, N. (2020). Designing STEAM Education: Fostering Relationality through Design-Led Disruption. *International Journal of Art & Design Education*, 39(1), 227-241. <https://doi.org/10.1111/jade.12258>
- Métailié, G., & Vérin, H. (2018). Ces étranges machines extrême-occidentales. Le Qi qi Tu Shuo, une invention livresque. *Artefact*, 8, 15-47. <https://doi.org/10.4000/artefact.1874>
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin
- Tortochot, É., Coupaud, M., Cheneval-Armand, H., Brandt-Pomares, P., Castéra, J., Coiffard Marre, C., Jegou, C., Marchi, S., Rotenberg, M., & Delsérieys-Pedregosa, A. (2022, 15 juin 2022). *Dessiner et raconter le hasard et l'évolution du vivant dans le jeu Darwinium, en collège* Telling Science, Drawing Science / Sciences en récit, Science en image, Angoulême. <https://tsds2021.sciencesconf.org/378951>
- Tortochot, E., Delsérieys, A., & Coupaud, M. (2024, 2024-10-02). *Écriture et dessins pour aider à raisonner chez les élèves des cycles 2 et 3. Quand les traces révèlent des diagrammes pour exprimer des idées complexes* Colloque « Traces et écritures à et pour l'école », Maxéville, Nancy, France. <https://hal.science/hal-04748303>
- Vergnaud, G. (2008). De la didactique des disciplines à la didactique professionnelle, il n'y a qu'un pas. *Travail et apprentissages*, 1, 51-57. <https://doi.org/10.3917/ta.001.0051>