



## L'APPRENTISSAGE DE LA PROPAGATION RECTILIGNE DE LA LUMIÈRE PAR LES ÉLÈVES DE 10-11 ANS. LA COMPARAISON DE DEUX MODÈLES D'ENSEIGNEMENT<sup>i</sup>

David Castro<sup>ii</sup>

Researcher, Primary Education,  
USA

### Résumé:

La recherche présentée dans cet article constitue une enquête du rôle de l'enseignement qui vise à la déstabilisation des représentations mentales des élèves de l'école primaire sur la propagation rectiligne de la lumière. La solidité de ce système de représentation aux efforts de transformation a été étudié sur deux groupes d'enfants d'âge de 10-11 ans, dont l'un participe à des aux interactions didactiques basées aux représentations mentales tandis que le deuxième suit l'enseignement scolaire traditionnel. Dans toutes les situations expérimentales étudiées, les progrès entre le pré-test et le post-test ont été statistiquement significatifs pour les sujets du premier groupe, tant au niveau de l'explication des phénomènes liés à la propagation rectiligne de la lumière qu'au niveau de la stabilité de ces acquisitions.

**Mots-clés :** optique géométrique, représentations mentales, propagation rectiligne de la lumière, intervention didactique, école primaire.

### Abstract:

The research presented in this article is a survey of the role of education that aims to destabilize the mental representation of primary school students on the rectilinear propagation of light. The resistance of this representational system to transformation efforts has been studied in two groups of 10-11 year old children, one of which participates in teaching interactions based on mental representations while the second participates in traditional school education. In all the experimental situations studied, the progress between the pre-test and the post-test was statistically significant for the subjects in the first group, both for the explanation of the phenomena related to the rectilinear propagation of light and the level of stability of these acquisitions.

---

<sup>i</sup> THE LEARNING OF THE STRAIGHT LIGHT PATH BY THE PUPILS OF 10-11 YEARS. COMPARISON OF TWO MODELS OF TEACHING

<sup>ii</sup> Correspondence: email [castro.david2@gmail.com](mailto:castro.david2@gmail.com)

**Keywords:** geometrical optics, mental representations, rectilinear propagation of light, teaching intervention, primary education

## 1. Introduction

Dans le cadre de didactique contemporaine des sciences physiques et des sciences de la vie et de la Terre, l'enseignement peut se définir comme un mode d'intervention qui tente de se régler sur le fonctionnement intellectuel de l'élève afin de mieux arriver au dépassement des difficultés et la modification des représentations mentales. En plus, le savoir à enseigner, différent du savoir scientifique savant, doit tenir compte du niveau de développement cognitif des élèves et il nécessite une réorientation et modification des formulations conceptuelles en fonction de niveau des enfants. En réalité, l'élève qu'on lui enseigne, construit dans son environnement des représentations mentales spontanées mais naïves, c'est-à-dire des entités cognitives préexistantes très souvent résistantes aux apprentissages (Piaget, 1930, 1971; Halbwachs, 1974; Bachelard, 1980. Tantaros & Ravanis, 2009; Sotirova, 2017). Ces représentations, produites de la vie quotidienne et de l'activité de l'enfant lui-même, a souvent peu de rapport avec la structure des disciplines scientifiques, comme la Physique ou la Biologie. Pour comprendre l'efficacité d'un enseignement, il semble indispensable de connaître et d'explorer ces représentations telle qu'elles sont et non telle qu'on prétend les édifier dans les programmes scolaires.

Comme a été prouvé par une série des recherches focalisées aux représentations des enfants de 5 à 12 ans sur la lumière, parmi des difficultés sur la propagation et l'interaction de la lumière avec différents objets (Anderson & Smith, 1982; Andersson & Karrqvist, 1983; Watts, 1985; Feher & Rice, 1988; Ramadas & Driver, 1989; Selley, 1996; Dedes, 2005; Dedes & Ravanis, 2009; Kokologiannaki & Ravanis, 2013; Voutsinos, 2013; Grigorovitch, 2014, 2015; Rodriguez & Castro, 2016; Grigorovitch & Nertivich, 2017), le principal obstacle est la reconnaissance de la lumière comme entité physique autonome et indépendante des sources qui la produisent et les effets qu'elle provoque existante dans une certaine région de l'espace. En effet, l'origine de cette difficulté est la tendance des sujets à associer la lumière exclusivement à sa source ou aux effets visibles qu'elle produit (Ravanis, 1999; 2008; Castro, 2013; Ravanis, Daoutsali, Nikolakopoulou & Barke, 2011; Castro & Rodriguez, 2014).

En plus un sujet majeur de recherche sur l'enseignement de l'optique géométrique est la propagation rectiligne de la lumière (Stead & Osborne, 1980; Guesne, 1984, 1985; Rice & Feher, 1987; Mendoza Pérez & López-Tosado, 2000). Dans ce dernier champ de recherche, Ravanis & Papamichael (1995) ont schématisé deux difficultés des enfants :

- a) la difficulté à identifier en général la propagation rectiligne de la lumière et
- b) la difficulté de reconnaître la propagation de la lumière vers toutes les directions.

Parmi les recherches dont nous avons parlé précédemment, d'autres sont conçus pour constater les représentations des enfants et autres pour créer des interventions didactiques susceptibles à favoriser la reconstruction de ces représentations naïves.

Dans cet article, on présente une recherche sur la comparaison de deux interventions didactiques pour la propagation rectiligne de la lumière.

## 2. Méthodologie

### 2.1. L'échantillon

À la recherche ont participé 98 élèves de 10-11 ans (âge moyen 10 ans et 9 mois - aux États Unis « grade 5 ») choisis dans 12 différentes classes. Ces élèves sont répartis en deux groupes de 49. Avec le groupe 1, l'enseignement était basé aux représentations mentales des enfants. Avec le groupe 2, l'enseignement était appui sur un modèle traditionnel. Les sujets de la recherche sont ceux qui fournissent des réponses correctes aux questions qui concernent la lumière comme entité autonome et ils ont été retenus après un entretien individuel sur un échantillon plus large.

### 2.2. Le recueil de données

Le recueil de données a été effectué en deux temps. Au premier, tous les sujets passent un pré-test. Il s'agit de permettre aux élèves d'exprimer ses représentations naïves à propos de la propagation de la lumière à partir des questions posées. Une fois après les interventions didactiques aux deux groupes, dans un deuxième temps, le post-test, tous les élèves subissent une nouvelle fois le questionnement initial afin de cerner les modifications dans leurs représentations naïves constatées au pré-test. Le questionnement au pré-test et post-test comprenait deux tâches.

**Tâche 1:** En utilisant une lampe et un objet, nous demandons aux élève de nous expliquer le mécanisme de la formation de l'ombre à travers les questions suivantes: «Comment une ombre se forme-t-elle?», «Quand est-ce qu'une ombre se forme?» (Nertivich, 2016).

**Tâche 2:** « On pose verticalement deux cartons de 17cm x 25cm sur des supports horizontaux stables de façon à ce qu'ils se trouvent à une distance de 12cm l'un de l'autre (Figure 1). Le premier de ces cartons comporte un orifice circulaire de 0.5cm à une hauteur de 17 cm de son point d'appui. À une distance de 8cm diagonalement et au-dessous de l'orifice nous plaçons une source lumineuse. Avant d'allumer la lampe, nous demandons au sujet de prévoir si le deuxième carton va être éclairé lorsqu'on allumera la lampe. Si la réponse est positive, nous poursuivons l'entretien en demandant des précisions ("où ça va éclairer?", "comment la lumière va se diriger?"). Si la réponse est négative, nous demandons au sujet de nous décrire quelle sera à son avis, la trajectoire de la lumière » (Ravanis & Papamichael, 1995).

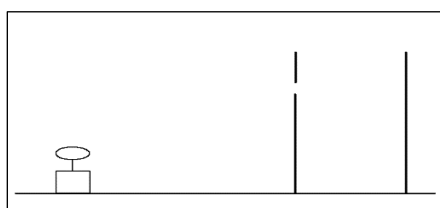


Figure 1

### 2.3. Les enseignements aux deux groupes

Une semaine après le pré-test, les élèves des deux groupes ont participé aux procédures d'enseignement. Avec le groupe 1 visant à la transformation de leurs représentations naïves. Avec les enfants du groupe 2 dans une approche traditionnelle selon le curriculum scolaire. Chaque séance didactique, pour des équipes des 3 enfants a duré 15 minutes. Ces enseignements ont eu lieu aux laboratoires des écoles.

**Le groupe 1.** On propose aux équipes des élèves le dispositif de la figure 2 (trois cartons posés verticalement, une bougie et un homme qui fait des expérimentations). Chaque un de ces cartons comporte un orifice circulaire de 0.5cm à la même hauteur de son point d'appui.

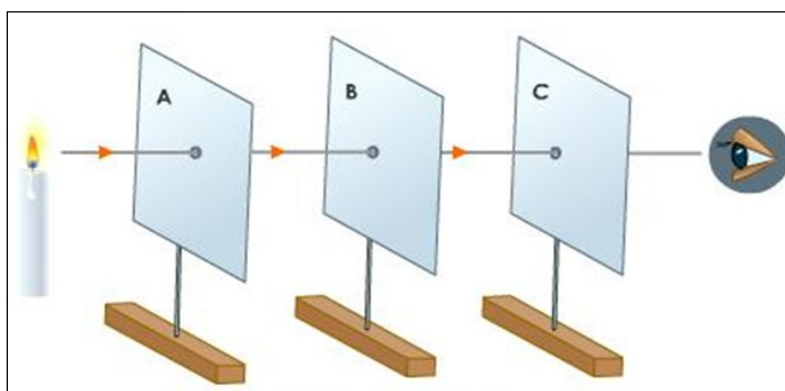


Figure 2

On commence par la question « Dans quelles conditions l'œil de l'homme pourrait-il voir la lumière de la bougie? ». En commençant par cette question on continue par une discussion au cours de laquelle nous déplaçons constamment un, deux ou trois cartons et nous changeons continuellement leurs positions. Au cours de cet enseignement, nous avons demandé aux élèves de prévoir si la lumière atteint l'œil et si elle ne se produit que horizontalement ou dans les directions diagonales. Après avoir écouté leurs prédictions basées sur leurs représentations mentales, nous confirmons avec eux expérimentalement si elles sont correctes ou fausses. En comparant les prédictions des enfants et les résultats expérimentaux, nous essayons de discuter avec les élèves de chaque groupe pour formaliser la propagation rectiligne de la lumière vers toutes les directions.

**Le groupe 2.** Les élèves du groupe 2 ont suivi l'enseignement de la même matière basé aux lignes directrices du programme et aux manuels correspondants. Dans l'activité de type scolaire, les enseignants n'ont pas eu recours à un dispositif expérimental fondé sur les résultats de la recherche mais ils font certaines démonstrations avec des lampes de poche et des objets opaques, ils proposent certaines images avec différents situations (voir par exemple Figures 3 et 4) et discutent de la création de phénomènes basés sur la propagation linéaire de la lumière.

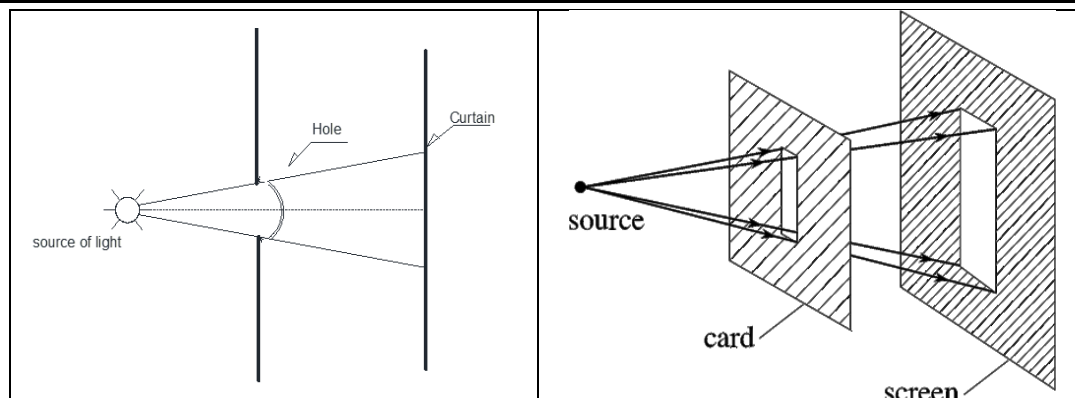


Figure 3

Figure 4

Finalement, l'enseignant faisait appel à sources lumineuses diverses, naturelles (le soleil ou le feu) et artificielles (lampe de bureau, la bougie ou de plafond et lampe torche) et il formalise la propagation linéaire de la lumière de ces sources vers l'espace.

## 2.4. Hypothèse

Nous nous attendons à ce que lors le post-test, les élèves du groupe 1 reconnaissent plus souvent que les élèves du groupe 2 la propagation rectiligne de la lumière.

## 3. Résultats et conclusions

Les réponses des élèves reçus durant les entretiens du pré-test et du post-test ont été classées en 3 catégories :

- Réponses correctes : il s'agit des réponses qui prévoient correctement l'aboutissement de la lumière en fournissant une explication de son trajet basée sur la propagation rectiligne.
- Réponses intermédiaires : il s'agit des réponses correctes sans explications ou des réponses centrées à la source lumineuse et/ou à l'obstacle (objet qui fait l'ombre pour la tâche 1 et écran pour la tâche 2).
- Réponses erronées : il s'agit des réponses centrées à la source ou aux objets des dispositifs. Ces réponses ne se réfèrent pas aux interactions de la lumière avec les objets et ne sont pas en mesure de fournir une explication satisfaisante de la trajectoire de la lumière pour la formation de l'ombre (tâche 1) ou pour le passage de la lumière par l'orifice du carton (tâche 2).

Dans le tableau 1 on présente les fréquences des réponses des sujets des deux groupes aux deux tâches proposées.

**Tableau 1** : Fréquences des réponses des élèves du groupe 1 et du groupe 2

		Groupe 1		Groupe 2	
	Réponses	Pré	Post	Pré	Post
Tâche 1	correcte	1	40	2	11
	intermédiaire	12	9	10	17
	erronées	36	0	37	21
Tâche 2	correcte	0	41	2	13
	intermédiaire	7	7	8	10
	erronées	42	0	39	26

Pour l'élaboration statistique des réponses nous avons caractérisés comme « acceptables » celles qui étaient compatibles avec une explication satisfaisante par rapport au modèle du phénomène basées à l'optique géométrique, c'est-à-dire les réponses correctes. On définit donc comme progrès le passage d'une réponse de niveau plus faible (intermédiaire ou erronée) à une réponse correcte. Nous avons groupé les réponses des élèves dans trois catégories, en termes de progrès, stagnation ou recul des performances entre le pré-test et le post-test qui a suivi.

**Tableau 2** : Fréquences de sujets qui progressent ou non entre le pré-test et le post-test dans les deux groupes quant à la propagation rectiligne de la lumière

	Tâche 1		Tâche 2	
	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 1	Groupe 2
Progrès	39	9	41	11
Stagnation	10	40	8	38

Selon ces résultats quant à la formation de l'ombre (tâche 1) notre hypothèse semble se confirmer comme l'indiquent les résultats des tableaux 1 et 2. En réalité, dans ce cas nous constatons que, entre le pré-test et le post-test, 39 élèves du groupe 1 contre 11 du groupe 2, progressent en donnant des réponses justes (Wilcoxon Test, Tâche 1,  $p < 0.001$ ). Aussi statistiquement significatif était le progrès de 41 élèves du groupe 1 par rapport du progrès de 11 élèves du groupe 2 au tâche 2 (Wilcoxon Test, Tâche 2,  $p < 0.001$ ) dans lequel a été mesurée la compréhension de la propagation rectiligne de la lumière vers la haut.

Dans ces résultats on constate que notre hypothèse est confirmée étant donné que les élèves du groupe 1 reconnaissent plus souvent que les élèves du groupe 2, la propagation rectiligne de la lumière. En outre, comme on a noté aux deux tâches, les performances des élèves sont assez stables. Les représentations des enfants entre les deux groupes fonctionnent différemment d'un cas à l'autre. Cependant il semble que les élèves qui ont subi l'enseignement basé sur les représentations mentales, manifestent des meilleures acquisitions par rapport à ceux qui ont subi l'enseignement traditionnel.

Mais, du point de vue didactique, on peut remarquer que, malgré les différences statistiquement significatives entre les deux groupes, il y a un nombre non négligeable d'élèves du groupe 1 qui ne progressent pas. La perspective quantitative de notre recherche ne permet pas l'identification des sources de ces difficultés. Comme il a été

constaté dans autres recherches qualitatives sur les phénomènes de l'optique géométrique, il s'agit d'élèves qui ne participent pas suffisamment aux échanges avec les autres élèves et l'enseignant et qui ne prennent pas d'initiatives dans l'activité expérimentale (Ravanis, 1998; Dumas Carré et al., 2003; Resta-Schweitzer & Weil-Barais, 2007). Ces difficultés au niveau de communication et de collaboration pourraient éventuellement expliquer la persistance des difficultés cognitives.

Cependant, il semble que la comparaison de deux enseignements et l'approche des cadres du travail correspondants pourrait être utile comme base de référence pour l'appropriation des savoirs mais aussi à la formation des enseignants. Du point de vue didactique, nous devons signaler l'importance de la solidité de représentations sur la propagation rectiligne de la lumière. Ainsi, l'utilisation des interventions didactiques pertinentes et l'exploitation d'arrangements expérimentaux appropriés paraissent indispensables afin de restructurer ce type de représentations intuitives et spontanées. Mais comme l'écrit Nertivich (2016) « il est évident que la valeur éducative des interactions effectuées doit être confirmée non seulement dans des conditions expérimentales d'enseignement en petits groupes, mais aussi et surtout dans des conditions "normales" de classe scolaire ».

## Références

1. Anderson, C., & Smith, E. (1982). *Student conceptions of light, colour and seeing*. Paper presented at the annual convention of the National Association for Research in Science Teaching, Fontana, Wisconsin.
2. Andersson, B., & Karrqvist, C. (1983). How Swedish pupils aged 12-15 years understand light and its properties. *European Journal of Science Education*, 5(4), 387-402.
3. Bachelard, G. (1980). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin.
4. Castro, D. (2013). Light mental representations of 11-12 year old students. *Journal of Social Science Research*, 2(1), 35-39.
5. Castro, D., & Rodriguez, J. (2014). 8-9 year old pupils' mental representations of light: teaching perspectives. *Journal of Advances in Natural Sciences*, 2(1), 40-44.
6. Dedes, C. (2005). The mechanism of vision: Conceptual similarities between historical models and children's representations. *Science & Education*, 14, 699-712.
7. Dedes, C., & Ravanis, K. (2009). Teaching image formation by extended light sources: The use of a model derived from the history of science. *Research in Science Education*, 39(1), 57-73.
8. Dumas Carré, A., Weil-Barais, A., Ravanis, K., & Shourchah, F. (2003). Interactions maître-élèves en cours d'activités scientifiques à l'école maternelle : approche comparative. *Bulletin de Psychologie*, 56(4), 493-508.
9. Feher, E., & Rice, K. (1988). Shadows and anti-images: children's conceptions of light and vision II. *Science Education*, 72(5), 637-649.

10. Grigorovitch, A. (2014). Children's misconceptions and conceptual change in Physics Education: the concept of light. *Journal of Advances in Natural Sciences*, 1(1), 34-39.
11. Grigorovitch, A. (2015). Teaching optics perspectives: 10-11 year old pupils' representations of light. *International Education & Research Journal*, 1(3), 4-6.
12. Grigorovitch, A., & Nertivich, D. (2017). Représentations mentales des élèves de 10-12 ans sur la formation des ombres. *European Journal of Education Studies*, 3(5), 150-160.
13. Guesne, E. (1984). Children's ideas about light. In E. J. Wenham (Ed.), *New Trends in Physics Teaching* (Vol. IV, pp. 179-192). Paris: UNESCO.
14. Guesne, E. (1985). Light. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds), *Children's ideas in science* (pp. 10-32). Philadelphia: Open University Press.
15. Halbwachs, F. (1974). *La pensée physique chez l'enfant et le savant*. Neuchâtel: Delachaux & Niestlé.
16. Kokologiannaki, V. & Ravanis, K. (2013). Greek sixth graders mental representations of the mechanism of vision. *New Educational Review*, 33(3), 167-184.
17. Mendoza Pérez, A., & López-Tosado, V. (2000). "Light" conceptualisation in children aged between 6 and 9. *Journal of Science Education*, 1(1), 26-29.
18. Nertivich, D. (2016). Représentations des élèves de 11-12 ans pour la formation des ombres et changement conceptuel. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 3(2), 103-107.
19. Piaget, J. (1930). *The child's conception of physical causality*. Totowa, NJ: Littlefield.
20. Piaget, J. (1971). *La représentation du monde chez l'enfant*. Paris: PUF.
21. Ramadas, J., & Driver, R. (1989). *Aspects of secondary students' ideas about light*. Leeds: University of Leeds, Centre for Studies in Science and Mathematics Education.
22. Ravanis, K. (1998). Procédures didactiques de déstabilisation des représentations spontanées des élèves de 5 et 10 ans. Le cas de la formation des ombres. In A. Dumas Carré & A. Weil-Barais (éds), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (pp. 105-121). Berne: P. Lang.
23. Ravanis, K. (1999). Représentations des élèves de l'école maternelle: le concept de lumière. *International Journal of Early Childhood*, 31(1), 48-53.
24. Ravanis, K. (2008). Le concept de lumière: une recherche empirique sur les représentations des élèves de 8 ans. *Analele Științifice Universității Cuza: Științele Educației*, XII, 147-156.
25. Ravanis, K. & Papamichaël, Y. (1995). Procédures didactiques de déstabilisation du système de représentation spontanée des élèves pour la propagation de la lumière. *Didaskalia*, 7, 43-61.
26. Ravanis, K. Daoutsali, E. Nikolakopoulou, K. & Barke, H.-D. (2011). Der Lichtbegriff bei 13-14-jährigen Schülern: Eine didaktische Intervention angelehnt an dem Begriff der sozialen Markierung. *Neue Didaktik*, 2011(1), 97-110.



- 
27. Resta-Schweitzer, M., & Weil-Barais, A. (2007). Éducation scientifique et développement intellectuel du jeune enfant. *Review of Science, Mathematics & ICT Education*, 1(1), 63-82.
  28. Rice, K., & Feher, E. (1987). Pinholes and images: children's conceptions of light and vision I. *Science Education*, 71, 629-639.
  29. Rodriguez, J., & Castro, D. (2016). Changing 8-9 year-old pupil's mental representations of light: a metaphor based teaching approach. *Asian Education Studies*, 1(1), 40-46.
  30. Selley, N. J. (1996). Children's ideas on light and vision. *International Journal of Science Education*, 18(6), 713-723.
  31. Sotirova, E.-M. (2017). L'apprentissage en sciences expérimentales : la recherche et l'enseignement. *European Journal of Education Studies*, 3(12), 188-198.
  32. Stead, B., & Osborne, R. (1980). Exploring student's concepts of light. *Australian Science Teacher Journal*, 3(26), 84-90.
  33. Tantaros, S. & Ravanis, K. (2009). De la représentation du monde aux modèles précurseurs de la physique : fantômes dans la Zone du Développement Proximal des enfants de 5-6 ans. *Dossiers des Sciences de l'Éducation*, 21, 115-125.
  34. Voutsinos, C. (2013). Teaching Optics: light sources and shadows. *Journal of Advances in Physics*, 2(2), 134-138.
  35. Watts, D. M. (1985). Student conceptions of light: a case study. *Physics Education*, 20(4), 183-187.

Creative Commons licensing terms

Author(s) will retain the copyright of their published articles agreeing that a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) terms will be applied to their work. Under the terms of this license, no permission is required from the author(s) or publisher for members of the community to copy, distribute, transmit or adapt the article content, providing a proper, prominent and unambiguous attribution to the authors in a manner that makes clear that the materials are being reused under permission of a Creative Commons License. Views, opinions and conclusions expressed in this research article are views, opinions and conclusions of the author(s). Open Access Publishing Group and European Journal of Education Studies shall not be responsible or answerable for any loss, damage or liability caused in relation to/arising out of conflicts of interest, copyright violations and inappropriate or inaccurate use of any kind content related or integrated into the research work. All the published works are meeting the Open Access Publishing requirements and can be freely accessed, shared, modified, distributed and used in educational, commercial and non-commercial purposes under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).