

AVEC NOS ÉLÈVES

Ecclisi di Sole

Filomena Coscarella, Université de Calabre et Noël Robichon, Observatoire de Paris

Nous avons reçu ce texte de Filomena Coscarella, une étudiante italienne préparant une thèse sur l'enseignement de l'astronomie et actuellement en France à l'observatoire de Meudon. Elle présente ici une expérience pédagogique menée avec une classe de primaire en Italie sur les éclipses de Soleil, en abordant en particulier le problème des diamètres apparents de la Lune et du Soleil de manière expérimentale.

L'apprentissage des matières scientifiques est difficile. Trop souvent les élèves éprouvent un rejet, un refus a priori qui produit une capitulation inconsciente à l'étude de ces disciplines. Il est naturel de se demander si la désaffection croissante des jeunes dans l'enseignement des matières scientifiques ne vient pas en partie de la manière dont elles sont enseignées dès l'école primaire. Beaucoup pensent que c'est la méthode d'apprentissage qui n'est pas bonne car trop théorique et éloignée de la réalité. Et les enseignants ont du mal à ne pas réutiliser les méthodes d'apprentissage avec lesquelles ils ont eux-mêmes appris. Il est donc nécessaire d'expérimenter de nouvelles approches méthodologiques qui donnent confiance à l'élève et lui permettent de construire ses connaissances dans une démarche active et consciente. De telles méthodes doivent être basées sur la curiosité naturelle des enfants. L'appropriation d'une telle méthode par l'élève doit in fine lui donner des outils pour appréhender le monde qui l'entoure, en dehors du cadre scolaire.

L'expérience en classe

Nous allons décrire une activité effectuée dans une classe de cinquième (niveau équivalent au CM2 français) de l'école primaire "Giacontesi" à Paola en Calabre (Italie). La classe était composée de 15 élèves (7 garçons et 8 filles) d'un milieu social médian avec un assez bon niveau en sciences.

Je suis venue dans cette classe, en tant qu'intervenante scientifique, 24 heures au cours de l'année sous forme de 12 séances de deux heures. Nous avons abordé plusieurs thèmes comme les phases de la Lune, l'utilisation du logiciel de planétarium Stellarium et effectué des observations diurnes et nocturnes.

Cet article se concentre sur une séance consacrée aux éclipses de Soleil. L'activité de deux heures

s'est déroulée dans le jardin adjacent à l'école puis dans la salle de classe. Les élèves ont commencé par former un grand cercle qui permet une communication ouverte, et dans lequel chacun est symboliquement à la même place et a la même possibilité de prendre la parole. La proposition faite aux élèves est de construire un modèle Soleil - Terre - Lune à l'échelle pour rendre compte de ce qui se passe dans l'espace pendant une éclipse de Soleil puis de mimer le phénomène astronomique à travers un jeu de rôle.

La séquence commence par une question posée aux élèves : **"Est-ce qu'une petite boule peut en cacher une plus grande ?"**. Les réponses des élèves sont partagées, mais aucun ne propose d'explication.

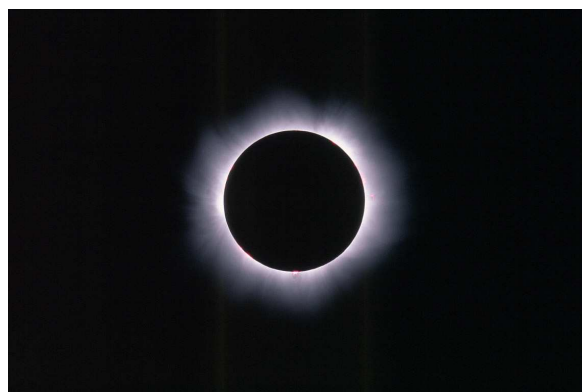


Fig.1. Éclipse de Soleil. Est-ce qu'une petite boule peut en cacher une plus grande ?

Pour trouver une solution à la question, l'enseignant les met sur la piste. Premièrement, il rappelle aux enfants que la silhouette d'une personne peut cacher un arbre placé à bonne distance. Deuxièmement, il leur fait remarquer qu'un objet peut être reproduit en miniature, sous forme de maquette. Troisièmement, il propose une expérience : il distribue aux élèves des boules de différentes tailles. Un élève reste immobile et demande aux autres élèves de se déplacer par rapport à lui de manière à ce que toutes les boules

lui apparaissent de la même taille. Chaque élève prend ensuite la place de cet observateur pour confirmer que les distances sont les bonnes. Une fois que tout le monde est d'accord, la distance de chaque boule est mesurée à l'aide d'un décimètre à ruban. Calculez la distance n'est pas facile, mais les élèves se prennent au jeu ; Giovanni crie : "C'est bon !" puis, quelques secondes plus tard, un peu déçu : "c'est plus bon, je me suis trompé !". Le groupe éclate de rire et tout recommence. Après quelques tâtonnements dans l'utilisation du décimètre, les élèves arrivent à mesurer correctement les distances. Il apparaît alors que plus la distance d'une boule est grande, plus celle-ci semble petite. Cet exercice a servi de préliminaire à la construction d'une maquette d'éclipse.

Après que l'enseignant a exposé aux élèves que les éclipses de Soleil pouvaient être expliquées par le même mécanisme, les élèves se sont spontanément emparés des boules à leur disposition. Sans intervention de l'enseignant, les élèves se sont mis à discuter par petits groupes et à formuler des hypothèses qu'ils pouvaient tester avec les boules. Chaque groupe a ainsi construit un premier modèle d'éclipse puis les groupes ont comparé leurs différents modèles en se critiquant mutuellement. À la fin de cette étape, les élèves ont su proposer un modèle correct d'éclipses avec le Soleil, la Lune et la Terre alignés correctement avec un Soleil plus gros que la Lune mais plus éloigné pratiquement dans les mêmes proportions. En étant ainsi guidés sans contrainte, les élèves ont compris le mécanisme qui régit le phénomène naturel : lors d'une éclipse totale de Soleil comme avec les sphères, le diamètre apparent de la Lune est égal ou supérieur à celui du Soleil parce que la Lune, bien que plus petite que le Soleil est beaucoup plus proche de la Terre.

À ce niveau de l'école primaire, les élèves ne maîtrisent pas encore les outils mathématiques (proportion en particulier) qui leur permettraient de calculer eux-mêmes l'échelle d'une maquette. L'enseignant a donc proposé ensuite aux élèves de construire un modèle Soleil-Terre-Lune réellement à l'échelle en leur donnant la taille du Soleil et de la Lune, la distance Terre-Lune et la distance Terre-Soleil en fonction de l'espace disponible dans le jardin de l'école. La distance Terre-Soleil est représentée par une droite de 99 m (mesurée en pas par les élèves). Le Soleil est disposé à une extrémité avec un diamètre de 93 cm de diamètre. Il est peint par les élèves sur une grande toile blanche.



Fig.2. Le Soleil de 93 cm de diamètre.

À l'autre extrémité, une marque indique la Terre. La distance Terre-Lune est représentée par des tubes en carton de 30 cm de long qui permettent une vision monoculaire. Ensuite, chaque enfant a préparé une petite Lune en pâte à modeler de 3 mm de diamètre fixée au centre d'une des extrémités du tube à l'aide d'un cure-dent.



Fig.3. Comptons une centaine de pas...

Il est important, pendant que l'on compte les pas, de leur rappeler qu'il s'agit d'un modèle et que les distances sont en réalité gigantesques. Enfin, les élèves mettent l'œil à l'extrémité du tube placé au dessus de la marque de la Terre. Ils s'émerveillent de voir le Soleil d'un mètre de diamètre éclipsé par la petite boule de 3 mm !



Fig.4. En visant le Soleil

De retour en classe, l'enseignant a fait une courte conférence, avec l'explication et dessin au tableau d'une éclipse totale de Soleil. Plusieurs vidéos décrivant le phénomène ont également été visionnées. Le cours s'est terminé par une discussion ouverte et la distribution d'une feuille d'exercice dans laquelle était simplement posée la question : "Que peux-tu dire de la Lune et des éclipses ?" à laquelle chaque élève devait répondre de manière libre avec ses phrases et/ou un dessin.

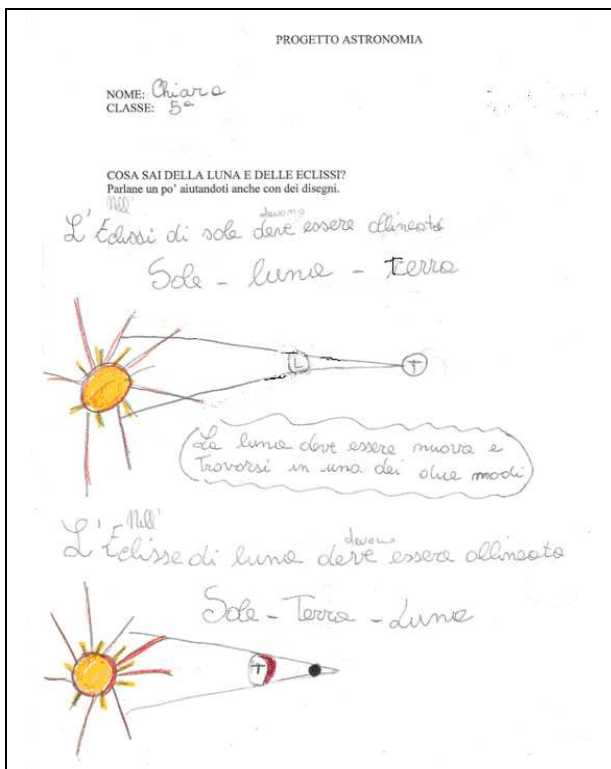


Fig.5. Dessin de Chiara.

La grande majorité des élèves s'est montrée intéressée et a obtenu des résultats positifs démontrant leur capacité d'observation et d'abstraction. Ils ont tous su expliquer correctement le phénomène d'éclipse montrant ainsi l'efficacité de la démarche didactique qui leur avait été proposée : tous les élèves sauf un ont su ré expliquer que les éclipses de Soleil ont lieu lorsque le Soleil, la Lune et la Terre sont alignés, que la Lune est alors nouvelle qu'elle passe par l'un de ses nœuds.

70 % d'entre eux ont, en outre, représenté le Soleil et la Lune avec le même diamètre apparent, le reste des élèves proposant une Lune trop petite ou trop grande (figure 5).

Conclusion

[...] L'astronomie est une science qui se prête à une variété d'activités stimulantes, sur le plan

culturel, méthodologique, et émotionnel. Encore faut-il qu'elle soit enseignée avec une méthode d'apprentissage basée sur l'observation, la construction de modèles et leur confrontation. L'émotion apportée aux élèves par le fait qu'ils réalisent eux-mêmes leurs propres expériences d'après leurs propres hypothèses, leur permet d'intégrer les concepts d'une manière beaucoup plus profonde et durable. De plus, contrairement à ce que l'on pourrait imaginer, le fait d'avoir commencé la séquence pédagogique sur les éclipses en dehors de la salle de classe, a permis aux élèves d'être plus concentrés. Ils avaient d'une part plus d'espace pour expérimenter et n'étaient pas distraits par leur environnement habituel. Ils étaient donc dans les meilleures conditions pour focaliser leur attention et leur curiosité sur les problèmes qui leur étaient posés et, de fait, ils se sont montrés passionnés dans leur recherche d'explication et de modélisation. Il est douteux que les élèves auraient assimilé aussi facilement le concept d'éclipse avec une pédagogie frontale qui l'aurait présenté de manière trop virtuelle et abstraite.

L'expérimentation et la conception de maquette représentent un environnement d'apprentissage dans lequel l'élève peut penser et découvrir par lui-même, et se trouve donc stimulé pour apprendre car comme le dit Emma Castelnuovo dans son livre *L'Officina matematica*, « [il ne faut] jamais séparer le cerveau des mains. »

La plupart des enfants sont capables de raisonner et d'apprendre à raisonner très jeunes à condition de les mettre dans une situation favorable, mais il faut aussi leur donner des outils rhétoriques. Pour leur faire aimer le débat et la discussion, il faut leur en faire respecter les règles et les leur enseigner (Orús Báguena, 1992). Après tout, l'apprentissage est une situation didactique et, comme dit Guy Brousseau, « c'est un jeu à deux personnes ».

RÉFÉRENCES

Emma Castelnuovo, *L'Officina matematica*, La Meridiana editore, 2008;

Margherita Hack, *Vi racconto l'astronomia*, editore Laterza, 2005;

Pilar Orús Báguena, *Le raisonnement des élèves dans la relation didactique, effets d'une initiation à l'analyse classificatoire dans la scolarité obligatoire* Thèse 1992 (LADIST)

Guy Brousseau, *Recherches en éducation Mathématique*, 2005, Dossier : Didactique des mathématiques, APMEP n° 457