LEÇON
Comment peut-on savoir ? La démarche scientifique

préparation

Pour en savoir plus :

(1) Pasquale Nardone, Commentaires et propositions pour les activités d'éveil aux sciences et aux techniques dans l'enseignement fondamental
Rapports de recherche et articles de synthèse (vision théorique et informations sur les concepts, fiches d'activités sur différents thèmes tels que "masses, vitesses et chocs", "leviers et balances", "bougies, chaleur et mouvement", etc.) :

http://www.enseignement.be/index.php?page=26044&id_fiche=10146&dummy=25059

(2) Sabine Daro (asbl Hypothèse), Marie-Christine Graftiau (Haute Ecole ISELL) et Marie-Noëlle Hindryckx (Haute Ecole Charlemagne), Liaison primaire-secondaire : Les activités scientifiques expérimentales
http://www.hypothese.be/documents/LesActivitesScientifiquesExperimentales.pdf

Pour des idées d'expériences :
http://www.lespetitsdebrouillards.be/cms/experiences.php

Nous proposons ici un « arrêt sur image » :

Qu'est ce que « faire des sciences » ? **Pourquoi** faire des sciences à l'école ?

Le programme des compétences en éveil scientifique est ambitieux. Mais quels aspects de cet apprentissage les élèves garderont-ils des primaires pour « mordre » aux apprentissages du secondaire (où l'on devrait, du reste, conserver des approches concrètes du primaire) ? Il peut être intéressant de questionner les élèves, de s'arrêter à un moment de « métacognition ».

D'après des enseignants d'un groupe de travail sur les sciences à l'école (2) :

- Faire des sciences : « **c'est...** observer, expérimenter, manipuler du matériel, émettre des hypothèses, se poser des questions, identifier un problème, faire des liens avec le terrain, tirer des conclusions, consigner nos découvertes, vérifier, chercher à savoir et à comprendre ... ». Et :

- On fait des sciences à l'école « **pour...** découvrir, comprendre, responsabiliser face à l'environnement, acquérir une démarche scientifique... »

Pasquale Nardone (1) s'attache à des compétences spécifiques intéressantes comme : apprendre à ordonner des observations, à discuter de manière critique, à se construire un vocabulaire. Ce scientifique qui s'oppose à la théorisation à l'école primaire développe sa conception éducative de l'expérimentation :

> « Est-ce qu'on peut tout de même passer par une phase de théorisation dans le fondamental ?
> Je ne veux pas. La théorisation ne sert à rien. Ce qui est important, c'est que l'enfant arrive à une conclusion. Il applique une démarche et tire les conséquences. Puis, une fois qu'on est d'accord, qu'on a fait des schémas, nommé les objets comme on a envie, on arrive à une conclusion qui est l'énoncé d'une loi : plus je tire sur la ficelle, plus le son est aigu. Cette conclusion est l'énoncé de la loi, il n'y a pas de théorie derrière, elle tomberait à plat. C'est comme essayer d'apprendre à lire et écrire à un enfant qui n'a pas de vocabulaire. Si vous ne leur donnez pas d'expériences, de quoi voulez-vous qu'ils parlent plus tard lorsqu'on leur dira que le son est une onde qui se propage ? La théorisation, pour nous, c'est la mise en loi d'une représentation expérimentale.

Les apprentissages de l'expérience

Pages 8-9 : Exercices – Pages 16-17 : Le savant et le passeur – Pages 18-19 : Pas bêtes !

Dit-on à l'enfant que ce qu'il fait, c'est de la science ?
Oui. L'image qu'il se fait du scientifique évolue d'ailleurs. Quand un enfant a fait des sciences et qu'on lui demande de dessiner un scientifique, il dessine son institutrice entourée d'objets réels. S'il n'a pas fait de sciences, il va représenter un homme, moche, à lunettes, entouré d'éprouvettes qui explosent. C'est une vision cinématographique, accentuée par les médias. Le scientifique est un travailleur comme un autre, pas un génie éthéré ou autiste. Les représentations de l'enfant changent quand il expérimente avec ses mains. »
(Interview par Guy Verstraeten, *Le Soir*, 5 juin 2007, p. 5)

Matériel pour l'expérience :

- Des bougies : les bougies larges, plates et moulées dans un petit pot de métal léger vendues en vrac sont bien stables et de plus longue durée.
- Des gobelets en plastique transparent d'une dizaine de cm de hauteur.

Déroulement

1. Représentations initiales : Que faisons-nous en sciences et pourquoi ?

- « Que faisons-nous quand nous "faisons des sciences" à l'école ? »

À partir d'exemples, les élèves sont amenés à formuler leur perception des démarches scientifiques qu'ils pratiquent à l'occasion. L'enseignant fait reformuler plus rigoureusement et ordonner des démarches parmi les suivantes :

→ Observer, se poser des questions, identifier un problème, explorer des solutions, émettre des hypothèses, expérimenter, prouver, manipuler du matériel, manier des instruments, essayer, tester, vérifier, comparer avec la réalité, discuter des résultats, comparer avec des découvertes précédentes, tirer des conclusions, noter et dessiner des découvertes...

- « Pourquoi est-il important de "faire des sciences" à l'école ? »

De la même manière, les élèves évoquent des raisons qu'ils perçoivent :

→ Pour apprendre à mieux observer, à raisonner pour comprendre comment fonctionnent les choses, à comprendre son environnement et à en devenir plus responsable, à repérer des « causes », des « effets », des « lois », des « propriétés »...

→ Parce que toutes ces compétences sont des démarches que l'on devra exercer dans tous les domaines. Chaque fois qu'il faudra essayer de comprendre, d'examiner un problème quel qu'il soit, il faudra adopter une « démarche scientifique ».

L'enseignant note ces représentations au tableau. Plus tard, il montrera que ce sont des « hypothèses » basées bien sûr sur les expériences antérieures, mais à vérifier et reformuler (cette fois-ci et de manière continue par la suite).

2. Des expériences pour apprendre à agir comme les scientifiques*

« Nous allons apprendre à agir comme le font les scientifiques face à une expérience. Nous allons observer ce que nous faisons et comment nous le faisons. ».

À chaque consigne, avant de l'exécuter, l'enseignant peut demander d'anticiper l'observation « Que va-t-il se passer, à votre avis, quand vous... ? » et noter les questions et hypothèses à vérifier. La première consigne déjà, « allumer une bougie », peut se prêter à l'exercice. En effet, lorsqu'on demande aux élèves de dessiner d'abord la bougie allumée telle qu'ils vont pouvoir l'observer, il est fréquent que la flamme soit coloriée en rouge, représentation (cliché) initiale qui a résisté aux perceptions antérieures et qu'il faudra soumettre à une observation rigoureuse.

*D'après Nardone, op.cit., pp. 55-62. Selon les commentaires, on peut introduire d'autres variables : percée d'un trou au fond du gobelet (comme présenté en expérience 3), rehaussement d'une bougie, bougie placée dans la paume de la main, spirale de papier suspendue au-dessus de la flamme. L'observation s'enrichira, les conclusions et les commentaires s'étofferont.

Les apprentissages de l'expérience

Pages 8-9 : Exercices – Pages 16-17 : Le savant et le passeur – Pages 18-19 : Pas bêtes !

EXPÉRIENCE 1

Consigne 1

Il s'agit d'observer une bougie allumée qu'on enferme dans un gobelet :

- Allumer sa bougie.

- Poser un gobelet de plastique retourné sur la table, pour placer sa bougie allumée dans un espace fermé.

- Observer ce qui se produit alors en comptant le nombre de secondes (en prononçant les mots : un crocodile, deux crocodiles, etc. pour marquer à peu près chaque seconde).

Observations 1

La flamme s'éteint ; on voit ensuite parfois un petit point rouge sur la mèche ; ce point noircit très vite.

Conclusion 1

La flamme étouffe en quelques secondes quand elle est enfermée sous le gobelet.

EXPÉRIENCE 2

Consigne 2

Il s'agit de faire la même chose en travaillant par deux, avec deux bougies et un seul gobelet qu'on se passera :

- Allumer les deux bougies.

- Le premier enfant reproduit l'expérience précédente : il éteint une bougie en étouffant la flamme sous un gobelet.

- Lorsque la première bougie est éteinte, le second enfant fait glisser le gobelet sur la table et le transporte doucement vers la seconde bougie ; il enferme alors la seconde bougie sous le gobelet, comme dans l'expérience précédente.

- Observer le temps que la flamme de chacune des deux bougies met à mourir.

Observation 2

La flamme de la seconde bougie s'éteint beaucoup plus vite que celle de la première bougie.

Conclusion 2

La flamme étouffe beaucoup plus vite (en 1 seconde environ) quand elle est enfermée dans l'air où une première bougie s'est déjà étouffée.

Commentaires et « bifurcations »

À partir de ces expériences et conclusions, l'enseignant entame une « conversation » où les élèves sont incités, selon leur niveau, à raisonner sur leurs conclusions en utilisant des éléments déjà entendus et en établissant des liens avec des observations de la vie courante. L'enseignant peut, dès lors, « expliquer » en construisant un vocabulaire adéquat mais toujours concret. Il ne s'agit pas d'imposer un savoir savant mais seulement de « nourrir » les idées intuitives des élèves et les liens qu'ils font avec la réalité par des concepts utiles.

→ Par exemple :

- L'air contient un corps gazeux, l'oxygène, qui entre avec le carbone de la bougie dans une réaction chimique. Cette réaction libère de l'énergie : elle produit de la chaleur, assez pour former une flamme.
- En revanche, cette relation consomme l'oxygène présent dans l'air. La bougie ne suffit donc pas à nourrir le feu.
- On comprend que la flamme brûle dans quelque chose : l'air. L'action de

*D'après Nardone, op.cit. pp. 55-62.

Les apprentissages de l'expérience

Pages 8-9 : Exercices – Pages 16-17 : Le savant et le passeur – Pages 18-19 : Pas bêtes !

ce « quelque chose » devient plus « visible » si on déplace doucement le même gobelet (une fois la bougie éteinte) pour recouvrir une autre bougie, qui s'éteint très vite. La première bougie a déjà consommé tout l'oxygène disponible.
- Tout se passe comme si ce quelque chose que le gobelet a transporté avec lui « tuait » la flamme : celle-ci n'a plus de nourriture. La réaction s'arrête quand il n'y a plus assez d'oxygène disponible pour entretenir la flamme.*

Questionner pour aller plus loin et concevoir soi-même une expérience.

- Il se peut que, spontanément, les élèves questionnent : « Et si le gobelet n'était pas transparent ? » « Et si de l'air passait dans le gobelet ? »...

Si ce n'est pas le cas, l'enseignant peut stimuler ce questionnement en proposant :

« Cette expérience pourrait-elle se prolonger pour en savoir plus ? Des questions qui commencent par "Et si..." pourraient-elles être résolues ? »

- Traiter, par exemple, la question : « Et s'il y avait un passage de l'air dans le gobelet ? »

L'enseignant propose : « Comment pourrions-nous résoudre cette question ? Quelle expérience pourrions-nous concevoir et réaliser ? Avec quelles hypothèses ? »

Il aide la classe à concevoir une expérience. L'expérience suivante par exemple.

EXPÉRIENCE 3

Consigne 3

Il s'agit de recommencer l'expérience 1 en modifiant les conditions, pour « donner une chance » à la flamme privée d'air.

- Déposer toujours le gobelet au-dessus de la bougie, mais sans enfermer tout à fait la bougie. Pour cela, déposer le gobelet sur de petits supports (d'environ 1 cm de hauteur) placés autour de la bougie.

- Observer si la flamme s'éteint et à quelle vitesse.

- Recommencer l'expérience après avoir percé un trou (de 2 cm de diamètre) dans le fond du gobelet.

Observations 3

- Avec la première variante où on laisse entrer un peu d'air par-dessous, la flamme s'éteindra presqu'aussi vite.

- Après avoir percé un trou dans le fond du gobelet, la bougie n'étouffe plus.

Conclusion 3

- Quand on ne laisse entrer qu'un peu d'air et par-dessous, la flamme s'éteint pratiquement aussi vite que sans arrivée d'air.

- Avec un trou dans le fond du gobelet, on crée une « cheminée » qui permet la « circulation » de l'air : la bougie n'étouffe plus.

- Un chemin entre l'air extérieur et la bougie ne suffit pas. Il faut un parcours efficace, par exemple en construisant une cheminée.

Commentaires et « bifurcations »

La circulation de l'air est un processus complexe, qui demande une représentation élaborée. On peut évoquer ici les cheminées, les courants d'air, le rôle du vent dans les incendies, les soufflets que l'on emploie pour faire démarrer un feu...*

*D'après Nardone, op.cit. pp. 55-62.

Les apprentissages de l'expérience

Pages 8-9 : Exercices – Pages 16-17 : Le savant et le passeur – Pages 18-19 : Pas bêtes !

3. Un moment de métacognition : Comment appliquons-nous la démarche scientifique ?

« Comment avons-nous fait ? Comment procèdent les scientifiques lorsqu'ils recherchent à établir des lois, à déterminer des propriétés ? »

Selon les objectifs de la classe, l'enseignant pourra guider les élèves vers la redécouverte des étapes de la démarche scientifique telle qu'on peut la vivre à l'école. Des exemples tirés dans le « déjà-là » des élèves concrétiseront ces concepts.

→ Dans un premier temps, nous avons démarré à l'expérience 3 : l'expérience était déjà « conçue », nous l'avons simplement « appliquée ».

Dans un deuxième temps, grâce à ces premiers résultats, nous avons nous-mêmes entrepris la procédure à l'expérience 1.

1. Formuler des questions et des hypothèses à partir de l'observation : rechercher et identifier des indices, agencer les indices en vue de formuler des pistes de recherche…
2. Concevoir une expérimentation.
3. Recueillir des informations par l'observation.
Noter des faits et non des sentiments ou des jugements ; mesurer à l'aide d'instruments adéquats ; répéter l'expérience un grand nombre de fois ; comparer, classer… ; noter les résultats des mesures, représenter les informations sous forme de croquis, de schéma, de tableau, de graphique… ;
4. Conclure en posant de nouvelles hypothèses.
5. Rechercher des informations issues d'écrits scientifiques.

Pour les scientifiques en recherche de notions nouvelles :

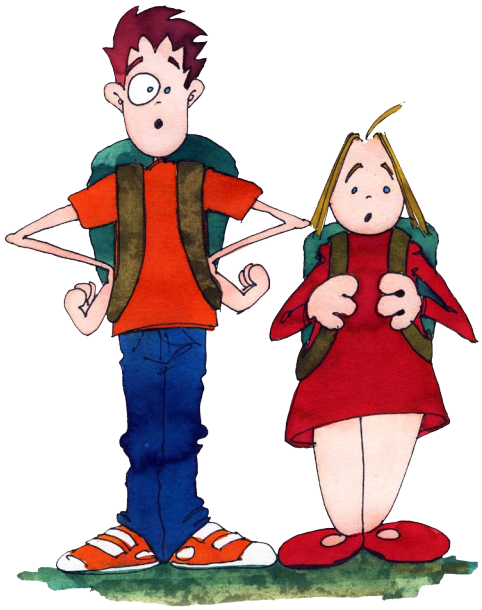
6. Valider les résultats d'une recherche.
7. Établir une loi, définir un concept, déterminer une propriété.
8. Transférer ces connaissances nouvelles dans d'autres situations.

Compétences

Éveil scientifique

Investiguer des pistes de recherche. Récolter des informations par la recherche expérimentale, l'observation et la mesure … Lire et appliquer une procédure expérimentale simple. C5 : Construire un dispositif expérimental simple. Observer de manière ciblée, structurée, organisée en fonction de critères établis / Identifier des indices et dégager des pistes de recherche : C2 : Sortir du contexte du problème et faire appel à d'autres domaines du savoir. (Savoir-faire, en construction) [S1 à S6]

Prolongements

- Observer l'effet de la chaleur sur le mouvement de l'air (nombreuses expériences proposées dans les manuels).

- Comprendre les instructions en cas d'incendie, comme se coucher par terre pour pouvoir respirer, éviter les courants d'air qui attisent le feu.