

MOUVEMENT ET VITESSE AU COURS ÉLÉMENTAIRE

Susanna Invernizzi,
Cesare Marioni,
Piera Sabadini

Nous avons réalisé cette recherche dans une classe de cours élémentaire (enfants de 7 - 8 ans) sur les notions d'espace, de temps et de vitesse. Notre propos était d'analyser, en classe, les représentations que les enfants se font de ces trois notions et d'élaborer des actions didactiques qui, en s'appuyant sur les procédés spontanés des enfants, leur permettent d'élaborer plus facilement ces notions de physique.

une recherche
dans une classe
de CE1 prenant
en compte les
représentations
des élèves

Si l'on souhaite que les enfants eux-mêmes construisent les schématisations nécessaires à une nouvelle façon de regarder les faits naturels, c'est de leur expérience commune que l'on doit partir afin d'aboutir à une description scientifique.

C'est dans cette optique que nous avons réalisé une recherche à l'école élémentaire avec des enfants de 7-8 ans sur les notions de mouvement et de vitesse. Notre propos était d'analyser, en classe, les représentations enfantines et de parvenir à la définition d'actions didactiques adéquates.

1. LES CONDITIONS DE MISE EN PLACE

1.1 L'équipe des collaborateurs

Ce travail de recherche, l'élaboration des propositions de travail en classe et leur expérimentation découlent de la collaboration étroite entre des universitaires de différentes disciplines et des professeurs chercheurs parallèlement engagés dans un travail sur la compréhension et l'enseignement de sujets scientifiques.

Notre équipe regroupait ainsi un chercheur universitaire, trois professeurs chercheurs et les institutrices concernées. Les cours ont été dirigés par l'enseignant de la classe secondé par un professeur chercheur, tandis que la programmation et la vérification des résultats obtenus ont été chaque fois discutés conjointement par toute l'équipe de recherche.

La structure-même du groupe a permis d'assembler compétences interdisciplinaires et pédagogiques et encouragé un échange stimulant entre l'école et l'université avec un enrichissement mutuel.

...en
collaboration
avec l'université

Par ailleurs, de fréquentes discussions avec d'autres chercheurs de notre groupe de Milan et du Groupe National de Didactique de la Physique du C.N.R italien ont contribué à enrichir cet échange (1).

1.2. Hypothèses et finalités de cette recherche

La recherche, échelonnée sur huit séances a été conduite dans une classe de CE1 de dix garçons et neuf filles (de 7 - 8 ans). Chaque séance durait environ deux heures.

Parallèlement, une recherche analogue s'effectuait dans une classe de CE2 (enfants de 8-9 ans) et une classe de CM1 (enfants de 9-10 ans). Les résultats obtenus dans ces deux dernières classes ont été analysés et confrontés aux résultats obtenus en classe de CE1.

Notre objectif était d'analyser, en situation scolaire, les représentations des enfants sur les notions de distance, de durée et de vitesse (2).

Nous étions surtout intéressés par l'étude de ces notions chez des enfants n'ayant pas encore développé une organisation métrique de l'espace.

En partant des perceptions spatio-temporelles des enfants de cet âge, nous voulions les amener à réaliser le parcours conceptuel nécessaire pour intégrer les notions physiques d'espace, de temps et de vitesse. Dans cette progression, nous avons essayé d'utiliser les stratégies de raisonnement suggérées par les enfants eux-mêmes.

Nous avons notamment cherché à construire avec eux les notions d'intervalle temporel et de vitesse. Cependant, tout en nous limitant à introduire ces notions au niveau qualitatif, étant donné l'âge des élèves, nous avons remarqué que ces enfants ont spontanément utilisé des unités de mesure non conventionnelles pour évaluer l'espace et le temps. Leur façon d'intégrer la notion de vitesse sera analysée dans les pages suivantes.

Il nous paraît utile de souligner les deux finalités de notre recherche : d'une part, comprendre la façon dont les enfants de

modes de
connaissance
des enfants

(1) Pour plus amples informations sur les activités du CNR italien dans le secteur de didactique de la physique à l'école, cf. : M. GAGLIARDI, E. GIORDANO, "La communication entre les chercheurs en didactique et les enseignants est-elle possible? Le projet TID, un instrument pour développer la communication entre enseignants et éducateurs". *Actes des Xèmes journées Internationales sur l'éducation scientifique*, Chamonix, 1988.

P.GUIDONI et coll. *Guardare per sistemi, guardare per variabili*, Progetto TID, Torino, Emme ed. 1987.

(2) Comme exemple de recherche dans une situation de classe, cf J.L. CANAL, "La vitesse au cours moyen", *Aster* n° 2, INRP 1986.

et intervention
didactique

7-8 ans intègrent ces notions physiques , d'autre part, trouver les moyens didactiques les plus efficaces à mettre en oeuvre pour les aider à mieux les intégrer.

En ce qui concerne les enseignants, nous avons préféré, au lieu de leur fournir un "itinéraire didactique" déjà prêt et détaillé, leur apprendre une méthode et des techniques d'exploitation et leur en laisser la gestion.

2. LA MÉTHODOLOGIE CHOISIE

En accord avec les interprétations les plus récentes, l'enseignement représente moins, pour nous, une transmission de contenus qu'une construction active de significés ou valeurs de la part des élèves.

Ainsi, les options didactiques possibles qui découlent de cette conception sont-elles nombreuses.

2.1. Nos objectifs

La méthode choisie pour notre intervention dans un contexte scolaire tient compte de nos objectifs et peut se synthétiser comme il suit :

- * Nous avons essayé de partir de situations bien connues des enfants et qui leur sont familières même en dehors du contexte scolaire, à savoir :
 - le jeu ;
 - les compétitions sportives ;
 - la vie quotidienne.
- * Nous avons essayé de faire ressortir leurs conceptions intuitives et leurs modes de raisonnement spontanés.

Ainsi l'enfant est-il stimulé pour :

- rechercher des réponses individuelles ou collectives aux problèmes qui, graduellement, lui sont posés ;
- confronter ses réponses avec celles de ses camarades, notamment dans l'évaluation de parcours ou de vitesse différentes.
- * Nous avons essayé d'attirer l'attention des enfants sur quelques aspects bien précis des situations examinées, aspects qui relevaient aussi de la physique.
- * Nous avons essayé d'appliquer les notions apprises à des contextes différents, donc d'élargir et d'approfondir ces mêmes notions.

2.2. Organisation du travail

Le travail en classe s'est déroulé comme suit :

- travail individuel ;

le travail avec la
classe

- travail par petits groupes ;
- travail de toute la classe ;
- discussions libres où tous participaient ;
- discussions dirigées par la maîtresse.

Souvent à tour de rôle, de petits groupes de deux ou trois élèves travaillaient. A ce ou ces groupes était confiée une tâche bien précise et, durant le travail, la maîtresse et le reste de la classe regardaient, posaient des questions, commentaient.

Dans le travail individuel nous avons largement exploité le dessin, d'une part parce qu'il véhicule la représentation d'une situation réelle ou imaginée, de l'autre parce qu'il permet de la représenter symboliquement.

2.3. Les activités proposées (3)

- Activités d'orientation

Expression des représentations spontanées des enfants sur un parcours :

- représentation graphique de parcours ;
- exécution de parcours avec
 - . départs simultanés
 - . départs et arrivées simultanés.

- Activités de restructuration

Les élèves éprouvent des difficultés à évaluer la longueur de parcours différents lorsque le point de départ et le point d'arrivée coïncident. Nous proposons donc des activités pour faciliter la restructuration des variables espace, temps et vitesse :

- évaluation d'intervalles de temps (jeux dans la salle de gymnastique)
- évaluation d'intervalles d'espace.

- Extension et approfondissement

Dans ces dernières activités, les variables espace, temps et vitesse ont été à nouveau présentées entrecroisées.

schéma de
l'itinéraire
didactique

(3) L'itinéraire didactique présenté ici est fortement réduit aux étapes principales, notre propos n'étant pas de décrire le déroulement détaillé de chaque séance mais plutôt de repérer les passages logiques graduellement assimilés par les enfants pour intégrer d'abord et maîtriser ensuite les notions d'espace, de temps et de vitesse.

Dans cet article, nous retraçons la progression d'une classe de CE1, même s'il nous arrivera de faire référence à d'autres classes où ce même type d'approche sur les notions d'espace, de temps et de vitesse a été proposé.

3. LES RÉSULTATS OBTENUS : CRITIQUES ET PROPOSITIONS

3.1. Les activités d'orientation : expression des représentations spontanées des enfants

Le choix de la situation de départ est très délicat. En effet, elle doit évoquer une réalité extrêmement familière à l'enfant, assimiler et synthétiser plusieurs éléments de recherche et, à la fois, être suffisamment souple et significative pour l'enfant et l'enseignant.

Nous avons donc, en tout premier lieu, essayé de repérer les connaissances et les capacités préalables des enfants au travers de jeux dans la salle de gymnastique (courses, compétitions, jeux de ballon etc).

Nous avons constaté que les enfants étaient surtout intéressés par les activités où eux-même étaient les acteurs du mouvement ; notamment, nous avons repris avec eux le jeu des parcours qu'ils connaissaient déjà.

• Première phase du jeu

Les enfants recevaient chacun une feuille de papier où avaient été préalablement indiqués un point de départ et un point d'arrivée. Ils devaient donc inventer le trajet de liaison, le tracer ensuite à la craie sur le parquet de la classe et le parcourir.

Dans ces activités, nous avons remarqué la capacité des enfants à faire correspondre la représentation symbolique qu'ils avaient dessinée sur la feuille et le trajet qu'ils ont parcouru dans la seconde partie du jeu.

• Deuxième phase du jeu : enquête sur la notion de départ simultané

Pour pouvoir comparer les vitesses, il nous fallait voir d'abord si tous les enfants étaient capables de réaliser des départs simultanés.

Nous leur avons demandé de parcourir à tour de rôle, par équipes de deux, les trajets dessinés sur le sol en partant ensemble. Il s'agissait de trajets parallèles et de même forme. Au départ, chacun était libre de choisir son allure ou d'adopter la vitesse qui lui convenait le plus : très rapide, par bonds, très lente, etc.

Au fur et à mesure que les équipes passaient, leurs camarades exprimaient leurs appréciations.

Dans la discussion finale, les enfants ont exprimé leurs opinions sur la possibilité de départs et d'arrivées simultanés.

Les enfants sont parvenus à distinguer les éventualités suivantes :

- parcours de même longueur et de même forme :

le jeu des parcours

avec des départs simultanés

- Le départ simultané est toujours possible.
- L'arrivée simultanée paraît, à la classe, impossible initialement parce que "il y a des allures rapides, d'autres plus lentes"; cependant, graduellement, les enfants expriment l'idée "que l'on peut arriver ensemble si on va à la même vitesse que l'autre";
- parcours de longueur différente :
Pour les enfants on ne peut pas arriver ensemble. "Cependant, si une allure est plus rapide que l'autre et qu'elle choisit le parcours le plus long, cela serait peut-être possible";
- parcours différents et vitesses de parcours différentes :
selon certains, "on ne peut pas arriver ensemble parce que si l'on choisit une allure très lente (une allure d'escargot par exemple) on met trop de temps, même si on a le parcours le plus court"; pour d'autres cela est tout de même possible parce que "si le premier choisit une allure très lente, l'autre peut, lui aussi, adopter une allure très lente. Comme ça ils peuvent arriver ensemble".

la représentation
de la vitesse chez
les enfants

vitesse
instantanée

et vitesse
moyenne

A ce stade les enfants n'explicitent pas le problème de la vitesse, même s'ils s'en approchent déjà lorsqu'ils disent :

"avec un parcours de même longueur, pour arriver ensemble il faut aller à la même vitesse que l'autre", c'est-à-dire à la même vitesse instant par instant. Ici, l'on constate que les enfants, même s'ils ne le réalisent pas consciemment, ont déjà l'intuition de l'imbrication des trois grandeurs : longueur du trajet, temps utilisé pour le parcourir, vitesse instantanée. En effet, les enfants ont fortement critiqué l'attitude d'un camarade qui, pendant le parcours, s'était arrêté pour attendre son coéquipier resté à l'arrière sur l'autre parcours. Ce ne sera que bien plus tard que les enfants accepteront cette éventualité. Pour en arriver là, ils devront implicitement concevoir l'état "d'arrêt" comme étant de vitesse nulle, passage indispensable pour arriver à intégrer la notion de vitesse moyenne. Cette progression ne se fait pas toute seule mais plutôt de façon graduelle et est d'autant plus facilitée que l'adulte est là pour intervenir et aider les enfants.

Au niveau de la motricité corporelle des enfants, on remarque que :

- la vitesse est vécue, subie comme facteur de gêne : "si tu avais marché plus lentement, tu l'aurais mieux fait !"
- la vitesse rythme les mouvements du corps : "les pas n'allaient pas tous à la même vitesse"; "certains pas sont plus rapides, d'autres plus lents".

3.2. Les activités de structuration

- Première phase : comparaison de deux parcours de longueur différentes mais ayant le même point de départ et d'arrivée

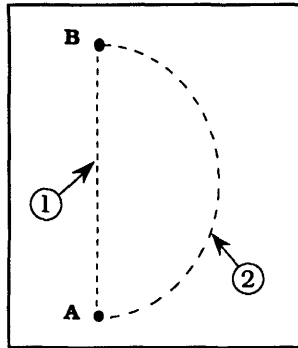


Fig. 1

Une situation occasionnelle qui s'était produite pendant le jeu avec deux ballons, avait été ensuite schématisée au tableau (fig. 1), par un dessin à traits, qui reproduisait fidèlement les trajectoires encore visibles sur le plancher. Ce fait avait suscité une vive discussion entre les enfants car pour certains le parcours droit était le plus long, pour d'autres le plus long était le parcours courbe, pour d'autres encore les deux parcours étaient équivalents vu que les points de départ et d'arrivée étaient les mêmes.

comparaison de deux longueurs : le problème de la mesure

La maîtresse a essayé de faire calculer par les enfants les distances parcourues.

Voici les propositions des élèves pour comparer les parcours : "comptons des traits : 10 traits pour le parcours courbe, 9 pour le parcours droit. Donc, le parcours droit est plus court"; "...oui..., mais les traits sont un peu dessinés au hasard.. Certains traits sont courts, d'autres longs.."

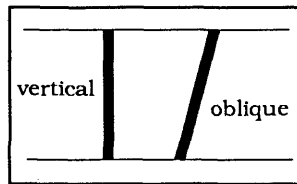


Fig. 2

Quelques élèves proposent de prendre, comme points de repère et de mesure, les lignes du tableau. Mais lesquelles ? La maîtresse demande au sujet de la fig. 2. (détail agrandi de la figure précédente) : Les segments "vertical" et "oblique" ont-ils la même longueur ?

Après réflexion, les enfants disent que le segment oblique est plus court et qu'il faut utiliser les mains pour mesurer ; une fillette suggère d'utiliser un instrument rigide : la règle par exemple.

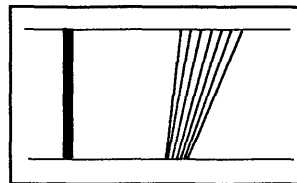


Fig. 3

Entre temps, la maîtresse dessine au tableau différentes lignes, une première, verticale, suivie de plusieurs obliques, plus ou moins inclinées (fig. 3.)

Les enfants demandent à les mesurer toutes. Le résultat est évident : la ligne oblique, même la moins inclinée, est toujours plus longue que la ligne verticale.

En revenant à la situation de départ, toute la classe est d'accord pour dire que le trajet courbe était le plus long.

Leurs conclusions ont été formulées ainsi :

- pour mesurer la longueur d'un parcours droit, on peut utiliser du matériel rigide - une règle, un crayon, un bout de carton, tandis que pour mesurer la longueur du parcours courbe, il faut du matériel non rigide, une ficelle par exemple,

une ligne "oblique" est toujours plus longue qu'une ligne "verticale"

- mais pas un élastique parce qu'il se détend ;
- la longueur du parcours droit a été adoptée comme unité de mesure ;
 - les deux bouts de ficelle utilisés pour calculer les deux parcours ont été mis l'un à côté de l'autre pour une comparaison.
 - Seconde phase : évaluation de l'intervalle de temps écoulé entre le départ et l'arrivée

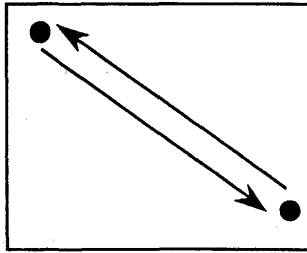


Fig. 4

Dans la salle de gymnastique, comment faire pour savoir "qui est le premier" dans une course où deux enfants partent des coins opposés de la salle ? Les parcours sont ceux de la fig. 4.

Pour trouver une solution, les élèves ont dû résoudre différents problèmes imbriqués les uns dans les autres : le premier étant d'arriver à évaluer qui arrive le premier.

C'est une tâche difficile parce que l'oeil ne peut surveiller les deux bouts opposés de la salle à la fois.

"Et si on essayait de compter à voix haute? Si un enfant touche le but au 9 et l'autre au 10, c'est le premier qui gagne".

Cependant, la mise en pratique n'est pas simple car un autre problème se pose : celui des personnes préposées au compte.

Un élève ne suffit pas parce qu'un seul comptage peut prêter à confusion.

"Et si on essayait de mettre deux "contrôleurs", chacun surveillant la course d'un élève?"

Là encore, la mise en pratique de l'idée donne lieu à un nouveau problème : celui d'établir un rythme commun pour mesurer le temps. En effet, les élèves "contrôleurs" ont chacun un rythme différent de comptage. Si l'un compte plus rapidement, l'autre peut compter moins vite.

"On peut prendre une montre pour compter les secondes. Celui qui court en moins de seconde est celui qui va le plus vite". Mais... personne n'a de montre indiquant les secondes.

La maîtresse suggère : *"et si l'on pensait à un rythme?"*

"Oui, comptons au rythme d'un tambourin".

A défaut d'un tambourin on s'évertue en tapant, de façon rythmée, sur un tube en fer. Finalement, les deux élèves "contrôleurs" arrivent à respecter le même rythme et on arrive aussi à évaluer qui est le gagnant de la course.

En général, les enfants ont spontanément recours à la montre pour "mesurer le temps" mais, de fait, ils ne comprennent pas ce que cela veut dire. Il est rare qu'ils sachent que la montre a un rythme, un caractère cyclique. D'autant plus qu'actuellement les enfants ont, presque tous, des montres digitales.

déterminer un intervalle de temps

un rythme peut évaluer le temps

Il nous fallait donc, pour déterminer les intervalles de temps, opérer comme nous l'avons déjà fait à propos de l'espace.

3.3. Extension et approfondissement

Pendant cette séance, notre propos était de souligner des intervalles d'espace différents mais parcourus en temps égal pour arriver à une comparaison des vitesses.

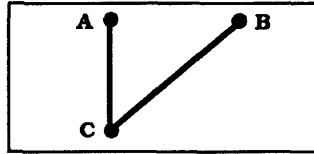


Fig. 5

Ici, les enfants ont approfondi le schéma qui leur avait été proposé et qui peut être décrit comme suit : Deux enfants partent simultanément et respectivement d'un point A et d'un point B et doivent arriver à C simultanément. (fig. 5.)

Tout d'abord, il a fallu mesurer les parcours pour savoir lequel des deux était le plus long. Cela fait, les réactions des élèves pour trouver une solution au problème ont été variées et multiples.

"Pour arriver ensemble, celui qui accumule du retard doit augmenter la vitesse".

"Celui qui part de B doit aller plus vite que l'autre si les deux veulent arriver ensemble parce que s'ils vont à la même vitesse, c'est A qui arrive le premier".

"Si A et B vont à la même vitesse, c'est A qui arrive en premier. Si B va plus rapidement, ils auraient des chances d'arriver ensemble, mais il faut que B trouve une bonne vitesse et pas trop rapide parce que la différence de parcours n'est pas très sensible".

"B a plus de chemin à faire que A. Ils ne peuvent pas arriver ensemble".

Dans la réalisation pratique, les solutions adoptées par les enfants sont les suivantes :

"Moi je regardais sa vitesse. Je me suis aperçue que Paola était plus lente que moi vers la fin, alors j'ai ralenti".

"Moi, j'essayais d'aller comme Gustavo, parallèlement".

"Maria a modifié son allure parce qu'elle a vu que Anna allait plus vite qu'elle, alors elle aussi elle a augmenté sa vitesse".

"A chaque pas je regardais ses pieds, c'est-à-dire qu'ils étaient alignés aux miens".

"Celui qui vient de B doit augmenter sa vitesse mais de façon adéquate".

Bien que les situations où nous avons opéré avec les enfants ne soient pas comparables à celles examinées par Piaget - ce dernier intervenant dans des situations non évolutives et dans des contextes bien différents des nôtres - nous partageons ses considérations finales :

"Tant que l'ordre temporel n'est pas lui-même constitué, la vitesse se réduit à une intuition insuffisante et parfois trompeuse, celle du dépassement, c'est-à-dire à nouveau d'une intuition spatiale, caractérisée par le changement de position respective du mo-

la comparaison
des vitesses

la notion de
vitesse suivant
Piaget

les performances
des enfants dans
une situation de
classe

bile... La construction du temps commence donc quand les vitesses différentes sont comparées entre elles, vitesse des activités humaines comme des mouvement matériels, et cette construction s'achève avec la coordination de ces vitesses : les notions de temps et de vitesse sont donc corrélatives" (4).

Même si certains exercices proposés aux élèves exigeaient de leur part la maîtrise opératoire des notions d'espace, de temps et de vitesse et que, à cet âge, ces notions n'ont pas encore été intégrées, les enfants arrivent à des solutions pratiques adéquates et à la formulation des notions d'intervalles d'espace et de temps.

4. REINVESTISSEMENT ET EVALUATION

4.1. Les dessins des enfants

Le jour suivant, nous avons demandé aux enfants de redessiner les parcours de leur dernière activité, notamment le schéma proposé pour l'activité décrite au point 3.3.

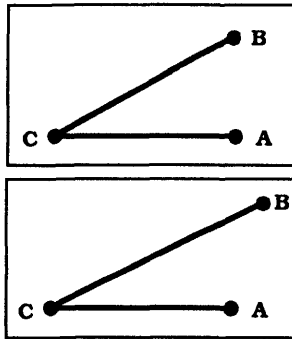


Fig. 6 et 7

Sur 16 élèves, onze ont reproduit fidèlement le parcours AC et BC (fig. 6), alors que cinq ont prolongé la distance BC. Cette représentation souligne, à notre avis, plus la variable temps que celle de distance.

Les enfants qui ont dessiné la fig. 7 étaient ceux qui, le jour précédent estimaient que "B avait plus de chemin à faire que A; qu'ils ne pouvaient arriver ensemble" et que B avait besoin de plus de temps pour parcourir son trajet s'il gardait la même vitesse que A.

4.2. Le jeu des parcours est à nouveau proposé, comme évaluation

La situation décrite au paragraphe 3.2. est à nouveau proposée aux enfants sous forme de question :

"Il y a deux routes pour aller de la maison de deux amis à l'école : l'une droite, l'autre courbe. Les deux amis partent à la même heure et veulent arriver, chacun de son côté, en même temps à l'école. Le premier choisit le parcours droit, l'autre le parcours courbe. Est-ce possible?"

(4) J.PIAGET, *La genèse de la notion de temps chez l'enfant*, Paris, P.U.F. 1946, p. 8.

relation espace -
temps - vitesse

Désormais, tous les enfants sont unanimes et estiment que le parcours courbe est plus long que le parcours droit. Le problème géométrique a donc été résolu, mais il faut trouver des solutions plus concrètes pour résoudre le problème physique.

Quelques enfants décident d'aller à la même vitesse mais décident de s'arrêter de temps en temps pour attendre le camarade qui a le plus de chemin à faire sur le parcours long, d'autres optent pour des vitesses différentes, ce dernier choix recueillant un consensus plus vaste dans la classe.

Dans une autre classe :

"Si les enfants veulent arriver en même temps et s'ils vont à la même vitesse, l'enfant qui choisit le chemin droit devra attendre de temps en temps son camarade qui, lui, a plus de route à faire sur le parcours courbe."

"Pour arriver en même temps, l'enfant qui choisit le parcours droit devra faire des pas plus petits et plus lents ; l'autre, en revanche, devra allonger son pas."

"L'enfant qui choisit le parcours courbe devra faire deux pas chaque fois que son camarade en fait un sur le parcours droit."

L'accord sur cette dernière option était très large dans un cours de CM1.

4.3. Bilan de l'évaluation

En ce qui concerne l'évaluation de l'apprentissage, nous nous sommes principalement fondés sur les discussions faites en classe et sur les dessins des enfants pour comprendre ce qu'ils avaient vu et assimilé, parce que nous sommes conscients du fait que, souvent, la verbalisation écrite peut être une limitation à la communication des enfants de 7-8 ans.

apprentissage
intériorisé

Lorsque les enfants ont réussi à appliquer de façon correcte des grandeurs physiques à des concepts bien précis, nous avons conclu que ces notions étaient désormais acquises.

Notre intervention visait moins à donner aux enfants la définition de la vitesse qu'à leur faire intérioriser graduellement des concepts théoriques. Notre objectif était que les enfants sachent appliquer ces mêmes notions à d'autres situations et, surtout, qu'ils soient capables d'expliquer, de façon personnelle, leur démarche.

5. NOS CONCLUSIONS

5.1. Sur les conceptions initiales des élèves

"Le premier problème qu'il s'agit de résoudre en abordant l'étude de la notion de vitesse est naturellement de déterminer de

si l'on part d'une
notion intuitive de
vitesse
instantanée...

quelles intuitions initiales procède ce concept" (5).

C'est de cette idée que nous sommes partis avec, en outre, la préoccupation de formuler une approche didactique adéquate.

Nous avons ainsi relevé :

- que, chez l'enfant, le concept intuitif de vitesse est strictement lié à l'équivalent informel du concept physique de vitesse instantanée ;
- que le concept de vitesse moyenne n'est introduit que bien plus tard par le contexte scolaire et social.

Jusqu'ici, nous avons décrit cette progression dans l'activité "départs et arrivées simultanés" proposée dans une classe de CE1. Chez des élèves de collège (de Sixième, Cinquième et Quatrième) censés déjà maîtriser les trois grandeurs d'espace, de temps et de vitesse, nous avons constaté, conjointement avec d'autres chercheurs de notre groupe de Milan, qu'ils définissent comme "vitesse réelle" la vitesse instantanée (qu'ils relient à celle établie par un compteur de vitesse de voiture) et comme "vitesse théorique" la vitesse moyenne puisque cette grandeur résulte, pour eux, d'une opération mathématique entre espace parcouru et temps de parcours.

...les enfants
arrivent à la
notion de vitesse
moyenne

Cela porte à croire que même pour des élèves de 11 à 14 ans, le concept primitif de vitesse est celui de vitesse instantanée (6). Si la comparaison de nos résultats avec les considérations de Piaget peut révéler des coïncidences sur plusieurs points, elle n'est cependant pas possible jusqu'au bout. En effet, Piaget, dans les expériences qu'il propose aux enfants au cours des recherches cliniques décrites dans la troisième partie de l'ouvrage cité (note 5), ne considère jamais la vitesse instantanée mais toujours la vitesse moyenne ou, tout au plus, une situation de vitesse constante au cours de laquelle les deux notions physiques de vitesse instantanée et de vitesse moyenne s'identifient l'une à l'autre.

5.2. Sur le rôle des interactions sociales

En accord avec d'autres chercheurs (7), nous avons constaté que les enfants, s'ils sont sollicités dans des situations où ils peuvent interagir avec un adulte et des camarades, dépassent nettement leur limite d'âge et arrivent à élaborer des solutions

(5) J. PIAGET, *Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant*. Paris, P.U.F. 1946, p. 113.

(6) M. GAGLIARDI : "La modélisation et les différents codes de représentation symbolique à l'école élémentaire". *Actes des IXèmes Journées Internationales sur l'éducation scientifiques*, Chamonix 1987, pp. 577-583.

Voir aussi note 2, J.-L. CANAL.

(7) Nous tenons spécialement à remercier MM. G. CAVALLINI et E. GIOR-DANO pour leur contribution critique stimulante sur ce point et pour leur lecture critique de l'article.

auxquelles ils n'auraient pas pensé seuls, ou livrés à un développement spontané. On peut le constater dans l'élaboration des notions d'intervalle d'espace, de temps et de vitesse. Nous avons d'ailleurs observé que, au cours de ces élaborations, les enfants de 7-8 ans développent des procédés qui leur permettent d'arriver à des solutions pratiques du problème donné, sans devoir traiter de façon opératoire les notions d'espace, de temps et de vitesse.

5.3. Sur les solutions didactiques

D'un point de vue strictement didactique, nous pouvons faire la synthèse des conclusions de notre recherche comme suit.

points de repères
didactiques

Pour les enfants de 7-8 ans, il est très artificiel de maîtriser des situations où la distance parcourue n'est pas en relation avec le temps et la vitesse de parcours. En effet, les enfants associent cette notion aux notions d'intervalles d'espace et de temps. Cela s'accorde avec les observations de J. Piaget.

La liaison des trois notions facilite non seulement l'approche de ces notions qui devient plus compréhensible et moins théorique pour l'enfant, mais surtout elle simplifie l'assimilation de ces notions et des interconnexions qui en résultent. Les enfants élaborent spontanément des réponses appropriées pour comparer l'espace, le temps et la vitesse, surtout si la sollicitation fait référence à une situation concrète que ces derniers vivent ou peuvent vivre même en dehors du contexte de l'école.

Nous proposons donc l'hypothèse qu'en agissant sur ces procédés spontanés, on peut plus facilement parvenir à l'élaboration des notions physiques.

Cesare MARIONI, Département de
physique, Université de Milan
Susanna INVERNIZZI, Institut de Culture
et de Langues, Milan
Piera SABADINI, Ecole Elémentaire, Via
Bodio, Milan
Unité de Milan du Groupe National de
Didactique de la Physique