

# Conception d'une formation pour enseignants de physique : un changement de perspective dans un cours de perfectionnement au Brésil

Jesuína L.A. PACCA, Alberto VILLANI

Instituto de Física  
Universidade de São Paulo  
Caixa Postal 66318  
05389-970 São Paulo, SP, Brésil.

## Résumé

*Un cours de perfectionnement pour enseignants de physique au lycée a été construit dans le but de produire, chez les enseignants concernés, un changement de conception de l'enseignement et de l'apprentissage. Ce cours de perfectionnement exploite le travail réalisé par chaque enseignant dans sa classe. Une reformulation permanente de ce travail fait l'objet de discussions et permet d'établir des critères nécessaires à un apprentissage significatif. Les résultats nous permettent de dégager quelques caractéristiques d'un enseignant capable de contrôler et de conduire l'apprentissage de façon cohérente avec une conception constructiviste de l'acquisition des connaissances.*

**Mots-clés :** *perfectionnement d'enseignants, plan de travail pédagogique, conceptions de l'enseignement de la physique, changement conceptuel de l'enseignant.*

## **Abstract**

*An updating course for secondary school teachers was designed with the purpose of producing a change in teachers' learning and teaching concepts. The course took the class plan and its continuous reformulation as an object of discussion, and at the same time led to build up the criteria which were necessary for reaching the meaningful learning. The results which were obtained enable the identification of some of the elements of the teachers' performance which may control and conduct learning in a way which is coherent with a constructivistic conception of knowledge acquisition.*

**Key words :** *teachers' updating, pedagogical planning, physics teaching conceptions, teachers' conceptual change.*

## **Resumen**

*Un curso de perfeccionamiento para enseñantes de física en el liceo, ha sido construido con la finalidad de producir en los enseñantes involucrados, un cambio de concepción de la enseñanza y del aprendizaje. Ese curso de perfeccionamiento explota el trabajo realizado por cada enseñante en su clase. Una reformulación permanente de este trabajo hace el objeto de discusiones y permite de establecer criterios necesarios a un aprendizaje significativo. Los resultados nos permiten despejar algunas características de un enseñante capaz de controlar y de conducir el aprendizaje de manera coherente con una concepción constructivista de la adquisición del conocimiento.*

**Palabras claves :** *perfeccionamiento de enseñantes, plan de trabajo pedagógico, concepciones del enseñante de física, cambio conceptual del enseñante.*

## **INTRODUCTION**

L'enseignement de la physique dans les lycées au Brésil pose de graves problèmes dont certains sont dus à une formation insuffisante des enseignants et à une manque de motivation des élèves, ce qui se traduit par une qualité médiocre des acquisitions scolaires. Une modification profonde et sérieuse de la formation initiale des enseignants doit intervenir dès que possible si on souhaite en voir les effets à moyen et long termes.

Nous parlerons ici d'un projet de l'université de São Paulo (Brésil) qui a pour but principal le recyclage ou, comme nous préférons le nommer, le perfectionnement d'enseignants de physique en lycée. Il s'agit, dans cette formation, de faire en sorte que l'enseignant abandonne sa conception initiale de l'enseignement, qui suppose que l'enseignant est un transmetteur d'informations et de contenu scientifiques, que l'élève est vide de connaissances et que la vérité se trouve dans les livres et les cours du

professeur, pour acquérir des attitudes compatibles avec une conception constructiviste de l'apprentissage et de l'acquisition de connaissances.

Les cours ne rejettent pas les activités quotidiennes de l'enseignant en classe puisqu'elles font partie intégrante de la formation. Ils ont pour objectif d'aider l'enseignant à résoudre les difficultés conceptuelles qu'il rencontre lors de l'apprentissage des élèves et à modifier ses pratiques pédagogiques. De ce fait, il est extrêmement important que ce recyclage s'étende sur deux ou trois semestres scolaires afin de permettre d'intégrer dans la pratique de chacun les nouvelles idées, par une reformulation du plan de cours s'appuyant sur un «feed-back» constant obtenu dans les classes.

L'objectif de ce perfectionnement est l'élaboration d'un plan de travail personnel qui soit compatible avec la capacité de chacun et qui permette de contrôler l'apprentissage des élèves. L'idée directrice du projet est de se centrer sur une petite partie de la pratique pédagogique de l'enseignant et de lui permettre, à partir de là, d'en construire une autre, avec l'aide des formateurs responsables ainsi que de ses collègues enseignants, jusqu'à un achèvement qui dépend des aptitudes didactiques de chacun.

## **1. DESCRIPTION ET STRATÉGIE DU PROGRAMME**

Le perfectionnement s'adresse à des enseignants de physique en activité et se déroule pendant l'année scolaire. Il comprend quatre modules qui traitent de mécanique : les lois de Newton et les lois de conservation. Ce cours de perfectionnement, qui fonctionne depuis deux ans, s'est poursuivi en 1994-95 avec un groupe de dix enseignants. Les rencontres ont lieu tous les quinze jours et durent quatre heures chacune. Chaque module se compose de huit à dix rencontres, ce qui représente environ 150 heures, réparties sur quatre semestres scolaires.

En dehors des rencontres, l'enseignant a des tâches bien précises à faire chez lui, ou pendant ses cours avec ses élèves, ce qui représente environ deux heures de travail par semaine.

De plus, des réunions périodiques des formateurs, programmées entre les rencontres, ont pour objectifs d'évaluer et de programmer de façon détaillée la séance suivante.

Une partie significative des données pour l'analyse du cours a été fourni par les registres d'un observateur, présent à chacune des rencontres, dont le rôle était d'observer non seulement les comportements des enseignants mais aussi ceux des formateurs responsables des programmes.

Le but des observations n'était pas tant la production de résultats de recherches que l'élaboration continue du programme du cours, en modifiant

et en adaptant les activités pour garantir la qualité du plan de travail et le changement de conception des enseignants sur l'enseignement.

En partant de l'idée que le cours de perfectionnement devait aider les enseignants, en s'appuyant sur leurs compétences initiales, à organiser et orienter leur enseignement pour améliorer la qualité de l'apprentissage, nous avons explicité un certain nombre de questions qui ont débouché sur des actions spécifiques.

### **1.1. Quel est le problème précis à résoudre ?**

La difficulté générale de l'enseignant est de planifier ses cours ; cette difficulté peut être due à différentes sortes de lacunes dans le contexte professionnel et pédagogique, au niveau de la compréhension du contenu par l'enseignant, de l'accès aux ressources didactiques et aux matériaux appropriés, de la connaissance des processus d'apprentissage et de construction des connaissances, ainsi qu'au niveau des conditions de travail.

### **1.2. Quelles sont les informations nouvelles et intéressantes pour l'enseignant ?**

L'enseignant devant élaborer et travailler son plan de cours, le cours de perfectionnement offre des activités qui engendrent des discussions concernant aussi bien le contenu de la physique, les différentes façons de considérer les élèves que le rôle de l'enseignant dans les interactions en classe. Dans cet état d'esprit, sont présentés aux enseignants des questionnaires et des problèmes choisis dans les travaux de recherche sur les conceptions alternatives, avec un double objectif : dégager et discuter les conceptions des enseignants eux-mêmes et leur donner des outils didactiques pour travailler en classe avec leurs élèves (des problèmes à intégrer, par exemple, dans leurs plans de travail).

### **1.3. Comment interagir avec sa compétence professionnelle ?**

Pour les formateurs responsables du cours de perfectionnement, l'un des problèmes les plus délicats concerne la façon de considérer l'enseignant. D'un côté, l'enseignant est un professionnel qui doit être aidé à réélaborer ses outils pédagogiques afin de les utiliser au mieux dans ses classes et, de l'autre côté, l'enseignant est un élève qui doit être traité de la même façon qu'on souhaiterait qu'il traite ses propres élèves. Une autre difficulté à ne

pas sous-estimer concerne le degré de participation et de motivation de l'enseignant à une nouvelle manière d'envisager l'enseignement de la physique, en particulier au fait d'être attentif à toutes propositions d'interventions des élèves, surtout à celles qui révèlent des conceptions inadéquates et indésirables (sans les contraindre ou les ignorer, mais en les remettant en question, en cherchant leurs raisons). Le matériel produit par l'enseignant en formation, même minime, est toujours pris en considération dans les discussions qui aboutissent à des propositions incluant d'autres activités qui lui sont proches comme des expériences, d'autres problèmes, etc.

#### **1.4. Comment évaluer l'enseignant ?**

L'enseignant est évalué de façon continue durant le perfectionnement dans la mesure où ses réponses et ses propositions sont discutées. Au début du cours, sont prévues de fréquentes activités en commun au cours desquelles sont examinés les problèmes et certains plans de travail, afin d'introduire une habitude qui n'est pas répandue parmi les enseignants.

Ensuite, viennent des activités de discussion en petits groupes, activités importantes parce qu'elles permettent aux enseignants d'échanger des expériences et de développer leur capacité de discussion.

Les plans de travail sont réélaborés durant la suite du cours de perfectionnement : soit des éléments nouveaux sont ajoutés au plan initial, soit le plan initial est entièrement refait, selon les cas et le choix du participant. Bien que le travail de l'enseignant avec ses élèves ne soit pas observé, il est en partie connu grâce aux rapports qu'en font les enseignants durant les rencontres, à l'aide de ce que nous appelons «Diário de Bordo» (journal de bord). Cette façon de procéder préserve l'autonomie de décision de l'enseignant ainsi que son contrôle de l'apprentissage des élèves – une caractéristique essentielle du comportement d'un professionnel. En même temps, ceci permet d'avoir accès aux représentations que l'enseignant a de sa pratique, puisqu'il est libre de choisir ce dont il veut rendre compte et comment il veut le faire, ce qui indique bien qu'il est totalement responsable du travail qu'il effectue en classe.

Le matériel utilisé pour l'évaluation de l'enseignant tout au long du cours de perfectionnement est constitué de travaux écrits, des activités réalisées dans le cadre du plan de travail, des observations effectuées par un observateur durant les rencontres, d'entretiens individuels et d'exposés.

## 2. LA CONNAISSANCE DE LA PHYSIQUE ET LA QUALITÉ DU PLAN DE TRAVAIL

Les activités les plus importantes au début du programme ont été celles qui ont permis de discuter de problèmes de physique en donnant l'occasion aux enseignants de mieux en comprendre le contenu et, à partir de là, de traiter la physique avec rigueur et exactitude.

Cette situation est apparue à l'occasion de deux activités différentes :

– d'abord, comme nous l'avons déjà mentionné, au cours de discussions sur des questions qui permettent de mettre en évidence des conceptions spontanées, rencontrées dans des articles qui traitent de ce sujet (Clément, 1982 ; Saltiel, 1979 ; Viennot, 1979 ; Whitaker, 1983).

– ensuite lors de discussions sur les problèmes apportés par les participants eux-mêmes, problèmes effectués avec leurs élèves pour traiter d'un contenu particulier de la physique.

Avec précaution et un peu de diplomatie, tout au moins au début, les réponses inadéquates étaient attribuées aux élèves, puis avec le temps, les participants exposaient leurs propres difficultés, montraient qu'ils étaient en train d'apprendre, tout en étant enchantés de le faire. Les différentes activités menées durant ces cours ont permis d'avoir des informations sur la façon de fonctionner des enseignants.

De façon rapide et simpliste, il est possible de dire qu'un enseignant brésilien de physique a une mauvaise formation en physique et un manque de motivation pour l'enseignement. Avec ce profil initial, en réponse à une première activité demandée, il élabore un plan de travail qui reproduit littéralement la table des matières d'un livre à la mode et il est incapable de défendre, voire même de critiquer, la séquence ainsi proposée.

Il est pourtant souhaitable qu'un enseignant ait des connaissances raisonnables en physique (au niveau exigé dans l'enseignement au lycée) et soit motivé pour un apprentissage significatif. Afin de l'aider à évoluer d'un profil à l'autre, nous essayons d'organiser un parcours en trois étapes, chacune ayant pour point de départ le profil de l'enseignant à ce moment-là.

La première étape – mise au point sur le contenu – se caractérise par l'introduction d'activités choisies parmi celles étudiées durant le cours (problèmes spécifiques ou expériences). Nous avons constaté que l'enseignant devient exigeant et rigoureux en ce qui concerne le contenu des problèmes et ne choisit que les problèmes qu'il a compris dans le cours de perfectionnement.

La remise en question par les formateurs des réponses simplistes et immédiates, mais considérées comme correctes, a pour but d'approfondir le caractère explicatif ou justificatif de l'information : nous cherchons ainsi à introduire une nouvelle vision de l'évaluation qui soit capable de produire le «feed-back» nécessaire à la poursuite du cours, tout en garantissant une bonne qualité de l'apprentissage.

La deuxième étape – mise en évidence des conceptions des élèves – se caractérise par le fait que les enseignants prennent conscience qu'il est important de faire face aux «mauvaises» conceptions des élèves et que derrière les réponses inadéquates, il y a les conceptions alternatives qui ont besoin d'être modifiées mais jamais ignorées. Sur ce point, le plan considère explicitement que le diagnostic des conceptions des élèves est la source des données de connaissances sur lesquelles l'enseignant doit travailler. Des évaluations constantes semblent donc nécessaires pour obtenir l'explicitation d'objectifs d'apprentissage clairs. Cette étape apparaît comme une retombée du travail avec les élèves lors de la mise en œuvre du plan élaboré.

En analysant les informations que nous donnent les enseignants sur les difficultés rencontrées par leurs élèves et en essayant de comprendre ces difficultés avec eux, nous pouvons mettre en évidence les idées inadéquates des enseignants sur ces problèmes, et montrer que les réponses indésirables font partie du processus d'apprentissage.

La troisième étape – mise au point sur les activités d'évaluation – se caractérise par la prise de conscience par l'enseignant du rôle de l'évaluation et de sa capacité à élaborer des situations problématiques à partir des conceptions qui apparaissent en classe. L'enseignant perçoit l'importance de pouvoir compter sur un stock de problèmes de physique, ainsi que sur l'aide de personnes spécialisées pour conduire l'apprentissage de ses élèves en respectant les formes adéquates de construction de la connaissance.

### **3. LES ÉLÉMENTS D'UN CHANGEMENT CONCEPTUEL DE L'ENSEIGNANT**

Comme nous l'avons dit plus haut, compte tenu des conditions de l'enseignement de la physique au Brésil, il s'agit de produire des changements importants dans la vision scientifique et éducative de l'enseignant, ces changements concernant autant la conceptualisation de la physique et des sciences de façon générale, que la conceptualisation de l'enseignement et de l'apprentissage de la physique ainsi que des attitudes didactiques correspondantes :

a) passage d'un individu passif fonctionnant selon un processus en majeure partie bureaucratique, à un individu responsable de son apprentissage et de sa pratique professionnelle ;

b) passage d'un individu utilisateur d'une connaissance scientifique superficielle et fermée, à un individu utilisateur d'une connaissance rigoureuse et significative ;

c) passage d'un individu soucieux surtout d'exposer ses propres connaissances, à un individu attentif à enregistrer et à interpréter les paroles des élèves pour mieux comprendre leurs idées ;

d) passage d'un enseignant spontané et intuitif qui prépare ses cours rapidement et qui les conduit par routine, à un enseignant professionnel qui planifie et mène ses activités avec des critères bien définis ;

e) passage d'un enseignant «efficace» qui cherche les activités qui lui laissent penser que l'apprentissage des élèves sera immédiat, à un enseignant patient et conscient qu'un apprentissage significatif est long et complexe et qu'il doit en permanence en chercher les indices.

#### **4. LA STRATÉGIE POUR UN CHANGEMENT CONCEPTUEL DE L'ENSEIGNANT EN PHYSIQUE**

La dynamique établie au long des cours doit tenir compte de l'enseignant et de ses contributions en cherchant à faire en sorte qu'il examine avec de nouveaux critères ce qu'il est en train de faire ; en même temps, on espère qu'il transférera dans son activité les procédures et les stratégies d'enseignement qui favorisent la construction de la connaissance.

La stratégie utilisée, qui progresse et s'affine au fur et à mesure de la progression des cours de perfectionnement, s'appuie sur quelques procédures systématiques essentielles.

a) L'élaboration d'un plan de travail personnel, continuellement discuté avec les formateurs et les collègues enseignants.

La conséquence de ce choix est l'abandon progressif par l'enseignant de sa pratique bureaucratique (au moins par rapport à l'objet plan de travail) et la prise de conscience de sa propre responsabilité professionnelle.

b) La mise à jour des conceptions inadéquates de l'enseignant contenues dans ses propositions didactiques.

La remise en question continue et critique a pour objet d'habituer l'enseignant à être plus actif dans la recherche des «bonnes» réponses par rapport à la physique et à l'enseignement.



c) L'analyse et l'utilisation en vue d'un apprentissage de matériaux didactiques : questions et expériences simples qui permettent d'affiner les connaissances en physique et de mettre en évidence les conceptions alternatives.

Cette activité participe à la remise en question des idées empiristes des enseignants sur la construction des connaissances et à la perception progressive de la complexité du processus d'apprentissage.

d) L'application du plan de travail avec les élèves parallèlement au développement du cours.

Cette tâche aboutit à la construction de critères utiles à la planification et à la conduite des cours. Trois critères nous paraissent importants : la définition des objectifs spécifiques de contenu qui doivent être clairement explicités et poursuivis systématiquement au cours des interactions didactiques dans la classe ; la mise en évidence des réponses des élèves et leur prise en compte dans les activités de la classe ; et enfin l'évaluation constante comme «feed-back» pour une réélaboration du plan de travail.

## 5. CONCLUSION

L'enseignement de la physique au Brésil et dans le monde entier traverse une crise en tentant de transférer les résultats des recherches sur les conceptions alternatives et les changements conceptuels observés dans des situations expérimentales à ceux qui pourraient se produire dans les salles de classe. L'un des points d'étranglement concerne la difficulté de transférer aux enseignants les connaissances et les attitudes liées aux stratégies élaborées pour les recherches ; les résultats en classe étant en général loin d'être satisfaisants. Au Brésil et dans les pays qui présentent des difficultés spécifiques dans l'actualisation des connaissances des enseignants, deux stratégies différentes sont utilisées. Avec la première, des formations proposent aux enseignants des projets nouveaux avec une méthodologie et un contenu propres, en fournissant des ressources didactiques (textes et expériences simples), capables de guider l'enseignant dans la mise en œuvre du projet en classe. Dans la seconde stratégie, les formations ciblent de préférence les connaissances et les compétences déjà acquises par les enseignants, avec pour objectif essentiel de les réorganiser et de les améliorer. Le but visé est que l'enseignant maîtrise mieux ses connaissances scientifiques et qu'il acquière un plus grand contrôle didactique en classe.

Notre projet s'insère dans cette deuxième perspective et nous avons l'espoir d'obtenir des résultats plus stables puisqu'il s'appuie concrètement sur les difficultés et les manques explicites de l'enseignant. À côté de la

reconstruction des connaissances de l'enseignant en physique, et d'une façon cohérente avec l'activité des formateurs directeurs du projet, un autre facteur, essentiel pour la compétence professionnelle de l'enseignant, apparaît : la prise en compte par l'enseignant des erreurs des élèves et de leurs conceptions alternatives. L'appropriation par les enseignants d'une telle attitude n'est pas plus facile à acquérir qu'un nouveau contenu scientifique ; cependant, au fur et à mesure que cette appropriation s'effectue, elle devient un instrument de travail transférable, en principe, à tous les contenus et constitue un stimulus de rénovation de chaque activité didactique.

On attend des enseignants, durant leurs cours, une mise en évidence progressive des réponses des élèves qui les rende objet de discussion et d'interprétation. Il nous semble important, pour la formation et la motivation de l'enseignant, de l'inciter à comprendre la performance effective de l'élève et non seulement à la comparer à un schéma *a priori*.

Au début, l'intérêt pour les conceptions alternatives est personnel et se rapporte aux propres conceptions de l'enseignant ; il se déplace progressivement vers les conceptions des élèves. L'intérêt revient plus tard de façon plus naturelle lorsque l'enseignant cherche à caractériser de façon plus subtile le processus d'apprentissage des élèves, en expliquant le contenu de leurs questions et de leurs réponses.

Le souci qui guide l'élaboration et la mise en œuvre de ce cours de perfectionnement n'est pas seulement de chercher les activités et les formulations de contenu à offrir aux enseignants pour qu'ils puissent l'exploiter durant leurs propres cours, mais aussi de chercher les conceptions scientifiques et éducatives des enseignants qui doivent être réélaborées pour qu'ils apprennent à gérer professionnellement leur enseignement, ainsi que de connaître les conditions d'apparition de ces conceptions durant les activités proposées.

De façon similaire, l'enseignant, lors de l'élaboration de son plan de travail, ne cherchera pas seulement quel est le problème adéquat ou l'activité la plus efficace pour enseigner aux élèves la «loi de conservation de la quantité de mouvement», mais plutôt quelles sont les conceptions des élèves qui doivent être réélaborées pour qu'ils apprennent la conservation de la quantité de mouvement, et comment ces conceptions pourront apparaître dans les activités proposées.

## BIBLIOGRAPHIE

- CLEMENT J. (1982). Students' preconception in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, vol. 50, n°1, pp. 66-71.
- PACCA J.L.A. & VILLANI A. (1984). Scientific knowledge and didactical ability. Communication présentée à l'International Conference *Thinking Science for Teaching. The case of Physics*. Roma, Italie.
- PACCA J.L.A. & VILLANI A. (1991). Difficulties of teachers in teaching the law of inertia. In *Teaching about reference frames from Copernicus to Einstein. Proceedings of the International Conference on Physics Education*. Torun, Poland, pp. 387-391.
- PACCA J.L.A. & VILLANI A. (1992). Estratégias de ensino e mudança conceitual na atualização de professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 14, n°4, pp. 222-228.
- SALTIEL É. & MALGRANGE J.-L. (1979). Les raisonnements naturels en cinématique élémentaire. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, n°616, pp. 1325-1355.
- VIENNOT L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, vol. 1, n°2, pp. 205-221.
- VILLANI A. & PACCA J.L.A. (1991). Difficulties for comprehension of the law of inertia. In *Teaching about reference frames from Copernicus to Einstein. Proceedings of the International Conference on Physics Education*. Torun, Poland, pp. 382-386.
- WHITAKER R.J. (1983). Aristotle is not dead : student understanding of trajectory motion. *American Journal of Physics*, vol. 51, n°4, pp. 352-357.

## Remerciements

Nous voulons remercier É. Saltiel et la rédaction de la revue pour leurs suggestions et leur révision du texte en français. Nous remercions aussi le support financier de la CAPES et du CNPq au Brésil, pour la recherche et l'exécution du projet de perfectionnement.

## ANNEXE

### Grille d'observation et d'analyse du cours de perfectionnement

Nous ne disposions pas, au départ, d'une grille d'observation toute faite permettant de noter les éléments significatifs par rapport à nos objectifs et pouvant ainsi faciliter l'analyse des informations recueillies. Dans notre cas, les outils d'analyse ont été élaborés pendant le déroulement du cours de perfectionnement. Ce n'est qu'ultérieurement que nous avons pu définir et structurer les catégories pertinentes par rapport aux informations produites et saisies par les observateurs et au matériel fabriqué durant le cours, d'une part, et par rapport aux objectifs affichés, d'autre part.

Nous présentons ci-dessous les cadres des catégories qui constituent nos grilles d'analyse ; ces cadres tiennent compte de la performance souhaitée par l'enseignant qui passe par un changement dans sa conception de l'enseignement de la physique, et des éléments représentatifs du comportement explicite des responsables du programme et des enseignants.

#### Les éléments d'une nouvelle conception de l'enseignement de la physique

– maîtrise des rapports et des variables pertinentes pour la représentation des phénomènes physiques, perception de l'origine et du niveau des simplifications produites ;

– perception et identification des conceptions alternatives implicites dans les réponses des élèves en localisant les paramètres «distrayants» qui les nourrissent ;

– compréhension des différences dans les questions, les perspectives et les objectifs de la connaissance scientifique et du sens commun ;

– capacité à identifier les éléments, les variables et les perspectives qui peuvent être proches de celles de la connaissance scientifique souhaitée et qui sont présents dans la connaissance des élèves ;

– organisation du matériel pédagogique ayant pour fonction de déclencher et de maîtriser les conflits entre la connaissance scientifique et la connaissance alternative des élèves ;

– assurance nécessaire pour faire face aux discussions provoquées mais véritables entre élèves qui favorisent l'explicitation de leurs doutes et de leurs questions ;

– capacité à analyser et à évaluer les activités didactiques quant à leurs finalités potentielles dans le contexte d'un enseignement constructiviste.

## **Les indicateurs du comportement des professeurs-formateurs et des enseignants**

1. Les activités spécifiques devant être développées par les professeurs responsables :

– discussion systématique sur les objectifs que l'on cherche à atteindre à l'aide des activités didactiques proposées ;

– discussion des critères implicites ou explicites pour l'élaboration d'un plan de travail didactique qui tienne compte de la population et des objectifs affichés ;

– évaluation explicite de la structure et des activités proposées dans le plan de travail individuel, en cherchant à être aussi complet et cohérent que possible ;

– discussion des problèmes et des questions de physique présentées avec rigueur, en introduisant des variations dans la forme des questions et en explicitant les simplifications faites ;

– mise en évidence des idées implicites ou explicites (alternatives) des enseignants pour déclencher la réflexion et stimuler les conflits cognitifs ;

– conclusion des discussions par des synthèses claires sur le sujet traité ;

– discussion sur les évaluations proposées en explicitant les points que l'on cherche à évaluer ;

– repérage des indicateurs de performance des enseignants (leur intérêt, leur effort, leur application, leur créativité) pour les mettre en valeur ;

– suite d'activités et de rencontres au sujet des tâches systématiques que les enseignants devaient faire chez eux, et discutées ensuite au fur et à mesure.

2. Les tactiques utilisées par les formateurs dans la conduite des rencontres :

– discuter avec les enseignants jusqu'à l'obtention de la participation de la majorité d'entre eux ;

– renvoyer les questions adressées aux formateurs aux enseignants eux-mêmes afin qu'ils les discutent ensemble ;

- intervenir systématiquement pour obtenir de la part des enseignants des explications et des justifications de leurs affirmations et de leurs doutes ;
- fournir aux enseignants des informations concises susceptibles de dynamiser les discussions et de faire progresser le groupe ;
- donner la priorité aux discussions sur les questions et problèmes posés par les enseignants eux-mêmes.

### 3. Le développement de la connaissance scientifique des enseignants :

- participation effective dans les discussions avec explicitation des doutes et/ou des informations pertinentes ;
- reconnaissance, dans les explications et justifications fournies par eux-mêmes ou par leurs élèves, des éléments incompatibles avec la connaissance scientifique ;
- identification des relations et des variables pertinentes par rapport au phénomène classique analysé et reconnaissance des simplifications réalisées implicitement ;
- explicitation précise des différences qui existent entre la vision spontanée et la vision scientifique d'un phénomène physique donné ;
- enrichissement de son plan de travail par l'adjonction cohérente et articulée de nouvelles activités, y compris d'activités expérimentales ;
- élaboration de raisonnements cohérents avec les principes physiques, susceptibles d'aboutir à des solutions correctes au cours des discussions collectives ;
- élaboration d'évaluations cohérentes sur ce que les enseignants souhaitent que les élèves aient appris ainsi que sur leurs conceptions préalables.

### 4. Les conceptions des enseignants sur l'enseignement et l'apprentissage :

- mise en évidence des réponses fournies par les élèves ;
- proposition de questions et de problèmes permettant de révéler les idées spontanées des élèves ;
- interprétation des réponses erronées d'élèves comme étant l'expression de façons de voir et de comprendre différemment ;
- reconnaissance des ressemblances entre leurs propres doutes et ceux de leurs élèves ;
- proposition d'activités ayant pour objectifs de modifier certains aspects bien précis de la conception des élèves ;

- nécessité de commenter les comportements inadéquats des élèves (et donc de tenir compte de leurs idées) ;
- reconnaissance des échecs des activités traditionnelles et introduction de modifications qui les rendent plus efficaces ;
- reconnaissance que de petites modifications concrètes dans le comportement des élèves peuvent être un indicateur de progrès dans l'apprentissage ;
- identification de questions spécifiques relatives à la motivation des élèves ;
- proposition d'activités susceptibles de provoquer l'apprentissage des élèves ;
- augmentation des questions et des doutes relatifs à leur propre activité d'enseignant.