Innover l'enseignement des sciences physiques en ISFM par l'utilisation de l'histoire des sciences

Hafedh Trabelsi
Ministère de l'éducation, Université
Aix-Marseille : CEPERC
Ben Arous, Tunisie
Hafedhtrabelsi52@yahoo.com

Résumé

En Tunisie l'enseignement actuel des sciences physiques à tous les niveaux scolaires : primaire, secondaire et universitaire ne tient pas compte de l'enseignement de l'histoire des sciences, d'après le livret d'accompagnement des programmes Tunisiens.

Exemple au secondaire Quelques tentatives actuelles d'introduction de l'histoire des sciences comme suit : Quelques photos de montages expérimentaux et historiques, biographies de quelques savants avant l'introduction des lois ou des concepts, quelques textes documentaires sur l'histoire d'un phénomène physique ; mais malheureusement mal utilisés par les enseignants, par contre au supérieur, absence totale de l'histoire des sciences surtout dans les filières scientifiques.

C'est au début des années 90 que l'histoire des sciences commence à avoir sa place à l'Université en France (J.L.Martinant, 1993) car les recherches en didactiques ont montré des similitudes troublantes entre quelques uns des raisonnements des apprenants ainsi identifiés et certaines idées historiques (C.de Hosson, 2011), en : mécanique, optique, biologie, géologie…

C'est dans ce contexte que nous avons introduit l'histoire des sciences dans l'enseignement de la partie cinématique et dynamique avec les étudiants des ISFM (Institut Supérieure de Formation des Maitres) comme un moyen pédagogique et didactique innovant capable de surmonter les difficultés rencontrées pour l'acquisition des concepts mouvement , force et vitesse.

Mots clés: Histoire des sciences, innovation, obstacle épistémologique, constructivisme

I/ Introduction

Pour vaincre la désaffection des étudiants aux études scientifiques à l'Université, il devient utile de développer les méthodes pédagogiques actuelles d'enseignement des sciences, en particulier les sciences physiques et chercher les moyens d'innovation qui permettent la motivation des étudiants et l'acquisition des connaissances scientifiques dans les meilleures conditions.

En se référant aux recherches en didactiques des sciences (Guedj, 2005, C. de Hosson, 2011 ; L.Maurine, 2013) , nous trouvons que l'introduction de l'histoire des sciences dans l'apprentissage est une démarche pédagogique innovante ayant un impact positif sur l'acquisition des connaissances scientifiques par les étudiants et sur l'amélioration de leur culture scientifique (qui reste à nos jours négligée par les programmes officiels des sciences physiques) axée sur les relations sciences , techniques et société (Dupin (1989),Martinant (1992), Guedj (2005)).

Puisque la majorité des étudiants présentent des conceptions erronées à propos des concepts mécaniques : relativité du mouvement, choix d'un référentiel pour décrire le mouvement d'un objet, confusion entre vecteur force et vecteur vitesse(Viennot, 1996, 2002 ; E.Saltiel 1978 ; Merle, 1997 …alors comment pourrons nous

changer ces conceptions erronées et les remplacer par des connaissances et des raisonnements scientifiques en utilisant l'histoire des sciences ?

II/ Impact de l'histoire des sciences sur l'apprentissage des étudiants en sciences physiques.

L'utilisation de l'histoire des sciences en tant que support didactique aux apprentissages des sciences physiques est une méthode relativement récente et innovante, ce support permet aux enseignants et aux étudiants la connaissance du contexte épistémologique et historique qui tient compte des aspects socio-culturels et des contres verses de chaque époque.

L'histoire des sciences permettra à l'étudiant de savoir que les connaissances scientifiques sont les résultats des constructions progressives et non un ensemble de vérités figées, elles sont constituées à partir d'une succession de tentatives, de réussites et d'échecs.

Malheureusement, actuellement en Tunisie, les contenus des enseignements des sciences physiques à l'Université n' incite pas à l'utilisation de l'histoire des sciences au moment de l'apprentissage.

L'histoire des sciences pourrait montrer que les difficultés rencontrées par les savants de l'époque, pour expliquer un phénomène physique, font échos aux difficultés réelles rencontrées par les étudiants, ces difficultés sont la plus part du temps négligées par les enseignants mais leur identification permet aux étudiants de retrouver leurs propres questions (exemple : les conceptions Aristotéliciennes concernant le mouvement de projectile).

Des didacticiens parlent du parallélisme entre ontogenèse et phylogenèse, mais ce parallélisme n'est pas strict comme le croient d'autres didacticiens.

III/ Cadre théorique et didactique de l'élaboration de la séquence d'enseignement.

L'enseignement des sciences expérimentales en générale et des sciences physiques en particulier à l'Université doit partager une vision socio-constructiviste (Vygostski) qui permet à l'étudiant d'etre l'acteur de son apprentissage , de construire ses connaissances avec celles qui sont déjà là, (ce déjà là constitue, généralement, une certaine cohérence interne mais contre dise les connaissances et les raisonnement scientifiques) et de faire une interaction avec son environnement social et matériel.

Cette vision permet à l'étudiant de confronter ses idées avec celles de ses paires, de lui faire habituer à discuter, à respecter les autres idées et à créer un débat scientifique riche et laborieux pour l'évolution de ses connaissances.

Ce cadre didactique permet à l'enseignant de créer une situation d'apprentissage adéquate à l'étudiant pour pouvoir confronter ses obstacles vis-à-vis un concept physique (exemple : la confusion entre le vecteur force et le vecteur vitesse qui caractérisent le mouvement d'un projectile).

IV/ Les objectifs visés par la séquence

Les objectifs explicites visés par la réalisation d'une séquences d'enseignement sur le mouvement de projectile d'un corps de masse m avec utilisation de l'histoire des sciences peuvent être classés en deux catégories :

IV-1- Objectifs de savoir faire et de confrontation des connaissances:

Concernant les objectifs de savoir faire et de confrontation des connaissances, nous avons essayé de montrer aux étudiants à partir de deux textes historiques écrits par Galilée et Newton qui décrit

chacun d'entre eux les caractéristiques du mouvement d'un projectile :

- Comment lire un texte historique et comprendre la démarche visée par le physicien de l'époque ?
.
- Comment comparer entre les conceptions parvenues dans les textes d'histoire des sciences et les conceptions des étudiants provenant du sens commun et remarquer parfois la similitude entre ces conceptions ?

- Comment l'étudiant pourrait défendre ces idées et réfuter les idées qui lui paraissent fausses ?

IV-2- Objectifs épistémologiques

Concernant les objectifs épistémologiques, nous avons essayé de montrer aux étudiants à partir des textes d'histoire des sciences ;

- Comment les connaissances, à propos des vecteurs forces exercées sur un corps en chute libre, évoluent au cours du temps et comment s'informer des contre verses existants à des époques différentes?

- Comment les questions sont posées et comment les hypothèses ont été testées : exemple force d'impétus, Buridan (14ème siècle)?

- Comment la construction des connaissances scientifiques se fait par un va et vient entre l'observation, l'expérimentation et la théorie ?

V- Méthode d'exploitation des textes historiques au cours d'une séquence d'enseignement

V-1- Choix des textes historiques :

Nous avons choisis deux textes historiques : texte n°1 écrit par Newton en Anglais et texte n°2 écrit par Galilée en Italien (les deux textes ont été traduits en Français), les deux physiciens décrivent à partir de ces deux textes les forces exercées sur un corps de masse m en mouvement de projectile.

Le texte n°1 défend la conception scientifique appelée conception Newtonienne et le texte n°2 défend l'idée Aristotélicienne (modèle d'Impétus et conception erronée).

Les deux textes sont présentés aux étudiants sans les noms de leurs auteurs et sans la date de leur apparition et ça pour pousser les étudiants à réfléchir sur les idées défendues et pour ne pas être influencés par la célébrité de l'un des deux physiciens par rapport à l'autre.

V-2- Etapes d'exploitation des textes historiques:

a/ Identification des conceptions erronées des Les conceptions erronées des étudiants à propos des forces exercées sur un solide en mouvement de projectile, ont été identifiées par le recueil des réponses à un questionnaire ouvert (papier – crayon).

b/ Exploitation des textes historiques : nous distribuons les textes historiques à chaque étudiant pour lire et comprendre le contenu, c'est un travail individuel, mais parfois avec intervention de l'enseignant.

c/ Comparaison des conceptions : chaque étudiant va comparer ses idées à propos des forces exercées sur un solide en mouvement de projectile aux idées des deux savants.

d/ Confrontation et proposition : les étudiants vont se placer en des mini-groupe (groupe de 4 étudiants au max) , vont discuter et confronter leurs idées à partir de la création d'un débat et à la fin proposer le modèle qui leur apparait correct en citant une loi ou un principe ou une expérience qui réfute l'autre modèle.

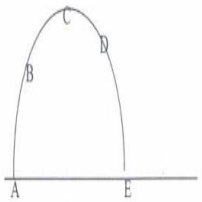
VI- Activité expérimentale et étapes à suivre : cas du mouvement de projectile.

VI- 1- Identification des conceptions erronées des étudiants

On propose aux étudiants un questionnaire ouvert sur la représentation des vecteurs forces exercées sur un solide en mouvement de projectile.et du vecteur vitesse en différents points de la trajectoire.(travail individuel)

Une pièce de monnaie est lancé à partir d'un point A en ligne droite dans l'air et rattrapée à un point E,

Q4 : a- tracer une ou plusieurs flèches montrant la direction et le sens de chaque force qui agit sur la pièce quand elle est au point B, au point C et au point D.



Q5 : b- Tracer avec une autre couleur le vecteur vitesse de la pièce de monnaie quand elle est au point B, au point C et au point D.

Texte n°2 :

En résumé, un corps ne peut monter que si la force motrice qui lui a été imposé est supérieure à son poids(…)Mais comme cette force, nous l'avons montré, est constamment affaiblie, elle deviendra trop petite pour dépasser le poids du corps et ne pourra alors mouvoir le corps au-delà de ce point ; au delà, comme la force imposée continue (…) à décroître, le poids du corps devient prédominant et par conséquent le corps commence à tomber. (…) comme la force externe continue à diminuer, le poids du corps, combattu par une résistance en voie de diminution, augmente et le corps se déplace de plus en plus vite.

Texte n°1 :

La force imprimée est l'action par la quelle l'état du corps est changé, que cet état soit le repos ou bien le mouvement uniforme en ligne droite. Cette force consiste uniquement dans l'action, et elle ne subsiste plus dans le corps dès que l'action vient à cesser. Mais le corps persévère (…) dans le nouvel état dans le quel il se trouve. (…) Un projectile ne retomberait pas sur la terre s'il n'était pas animé par son poids, mais il s'en irait en ligne droite dans les cieux avec un mouvement rectiligne et uniforme (si de plus le résistance de l'air était nulle). C'est donc la gravité qu'il s'infléchit sans cesse vers la terre.

VI-2- Distribution des textes historiques

Les textes proposés sont deux textes écrits par Galilée et Newton.

VI-3- Comparaison des conceptions :

Nous laissons le temps à chaque étudiant pour lire tout seul les deux textes et comparer ses conceptions à celles citées dans les deux textes puis indiquer la coincidence ou non des différentes idées.

VI-4- Confrontation et proposition:

Nous partageons les étudiants en 4 groupes hétérogènes (conceptions différentes, avis différents

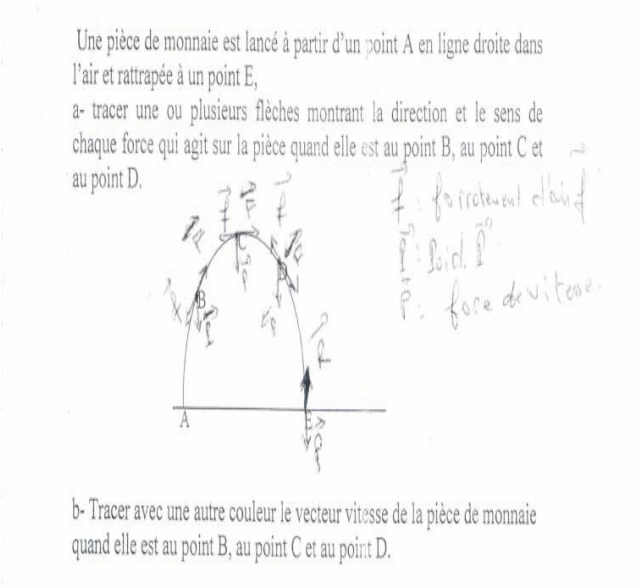
vis-à-vis les contenus des deux textes) pour leur permettre de confronter leurs idées à propos de ces deux textes : créer un débat scientifique et un conflit socio-cognitif.

Leur demander de proposer une expérience simple ou de citer une loi ou un principe qui réfute l'un des deux modèles apparu dans l'un des deux textes.

VII-5-Résultats :

- 70% des étudiants ont représenté les forces par deux ou plus de flèches. (conception Aristotélicienne)

- 90% n'ont pas pu représenter le vecteur vitesse, mais ils ont représenté à sa place un autre vecteur force appelée Force de vitesse et c'est la conception erronée identique à celle de la théorie de l'Impétus (J.Buridan 14ème siècle).



-69.2% des étudiants du même avis que Galilée (texte n°2); conception Galiléenne (Conception Aristotélicienne).

-10% des étudiants du même avis que Newton, conception scientifique.

- 21% des étudiants sont sans avis

- Des étudiants qui ont cité le principe d'Inertie (première loi de Newton), pour réfuter la conception Aristotélicienne.

- Les étudiants des 4 groupes ont représenté le vecteur poids uniquement pour un solide en mouvement de projectile.

	G1	G2	G3	G4
©	G	G	G	G
(d)	Non	Non	Non	non

VII- Conclusion

Cette séquence d'enseignement de la mécanique qui utilise l'histoire des sciences a permis de :

- Donner à l'étudiant une vision constructiviste de la science.

- Avoir deux impacts positifs sur les enseignants et sur les étudiants ;

* elle permettra de faire connaitre à l'enseignant les difficultés rencontrées par les scientifiques autrefois et celles rencontrées par les étudiants aujourd'hui afin de leur faciliter le choix adéquat de la situation d'enseignement.

* elle permettra de motiver les étudiants et de les faire constater que les scientifiques ont surmonté des difficultés similaires aux leurs et ceci pourrait avoir un effet psychologique positif non négligeable (exemple relativer l'effet négatif de l'erreur sur l'étudiant).

- Savoir qu'il y a un parallélisme entre ontogenèse et phylogenèse pour quelques concepts mécanique même si ce parallélisme pour des didacticiens n'est pas strict.

VIII- Bibliographie

[1] A.EINSTEIN A. et L.INFELD, « *L'évolution des idées en physique* ». Flammarion, 1938.
[2] C.Balpe, « Didactique et histoire des sciences », Aster n°5, 1987, pp: 140-142.
[3] C.De Hosson, « L'histoire des sciences : un laboratoire pour la recherche en didactique et l'enseignement de la physique », In Hall (archives-ouverts.fr), 2011.
[4] Faire l'histoire des sciences pour mieux enseigner les sciences et développer la culture scientifique (2006). Rapport réalisé par un groupe de recherche Français sur l'éducation dans le cadre des projets PARI (Programme Académique de Recherche et d'Innovation).
[5] F.Gros, « L'innovation en éducation et en formation », Revue Française de Pédagogie,1997, pp : 127-156.

[6] G.Bonnet, « De Galilée à nos jours, évolution de la notion de la vitesse de la lumière », Revue culture sciences physique, 2003.
[7] G.Galilei, « Dialogue sur les deux grands systèmes du monde », traduction R.fréreux et al. Paris: seuil, 1992.
[8] J.L.Martinant, « Histoire et didactique de la physique et de la chimie : quelles relations » Didaskalia n°2, 1993, pp : 89-99.
[9] J.J.Dupin. « L'enseignement de l'histoire des sciences et des techniques devait –il avoir sa place à l'école? » Tréma, pp : 29-33, 2006.
[10] L.Maurines, « L'histoire des sciences comme outil de recherche et d'enseignement : exemples des couleurs obtenues par passage de la lumière à travers un prisme ». *Actes des quatrièmes journées de l'ARDiST*, Lyon, 2005.
[11] L.Maurines, « Introduction d'éléments d'histoire des sciences et des techniques dans les cours de sciences : problématique didactique et implications sur la formation des enseignants ».Communication, 2009.
[12] L.VIENNOT, « *Raisonner en physique*. De Boeck, 1996.
[13] M.Guedj, « Utiliser les textes historiques dans l'enseignement des sciences physiques » Didaskalia 26, 2005, pp : 75-95.
[14] M.Guedjet al. « Vers une didactique de l'histoire des sciences », Recherche en éducation et en formation. Strasbourg, 2007.
[15] N.Hulin, « l'histoire des sciences dans l'enseignement scientifique (aperçu historique) in revue Française de Pédagogie ». Volume 66, 1984, pp 15-27.
[16] P.Fillon, « Histoire des sciences et réflexion épistémologique des élèves ».Aster n°12, 1991, pp : 91-120.
[17] P.Sagaut, « Introduction à la pensée scientifique moderne » Université Pierre et Marie Curie. Paris, 2008.
[18] W.HARLEN (2004). *Enseigner les sciences, comment faire ?* Le Pommier, 2004.