
L'INTERDISCIPLINARITE DANS TOUS SES ETATS

Patrick Mendelsohn

Professeur, directeur de l'unité TECFA (Technologies de Formation et Apprentissage)

Faculté de Psychologie et des Sciences de l'éducation

Université de Genève

Route de Drize, 9 - CH 1227 CAROUGE -

Sans vouloir jouer les "Cassandra", le colloque "Jeunes Chercheurs" de Hyères a montré une nouvelle fois que le pari de l'interdisciplinarité ne garantissait pas toujours une bonne communication et de réels échanges entre disciplines. On écoute avec politesse les exposés des collègues sans pouvoir toujours évaluer la pertinence de leurs travaux ni trouver de nouvelles sources d'inspiration pour ses propres travaux. Plus grave, les sciences cognitives semblent parfois fonctionner avec les défauts d'une discipline traditionnelle. Certains chercheurs qui s'en réclament ont des comportements normatifs qui vont même jusqu'à la tentation d'exclure.

Dans ces conditions, pourquoi continuer à revendiquer l'interdisciplinaire comme une ouverture et une démarche prospective ? Quand on est psychologue et de surcroît engagé dans une problématique de recherche appliquée (le développement des aides à l'apprentissage), il est parfois difficile de se sentir proche de la famille des chercheurs en sciences cognitives. Je continue pourtant à croire aux vertus de l'interdisciplinarité et je remercie les responsables de la revue de me fournir l'occasion d'exposer mon point de vue dans cet éditorial.

Pour faire court, l'impact de l'interdisciplinarité peut être évalué sur deux plans distincts : celui de la valeur heuristique des emprunts réciproques qui s'opèrent entre les champs disciplinaires au niveau de chaque projet de recherche et celui moins facilement identifiable lié à son rôle dans l'évolution des paradigmes de recherches communs aux différentes disciplines.

1. L'INTERDISCIPLINARITE AU QUOTIDIEN

Un coup d'œil, même rapide, aux papiers présentés dans la conférence fait apparaître que les emprunts réciproques aux différents champs disciplinaires représentés dans les sciences cognitives sont de nature fort variables suivant les auteurs. Chacun semble avoir sa propre conception de l'interdisciplinarité. Si celle-ci doit s'évaluer à l'aune des pratiques de recherche sur le terrain, il n'est donc pas inutile de s'interroger sur le réel impact de ces pratiques sur les disciplines.

Où il est question de vocabulaire ...

L'emprunt de vocabulaire et de concepts est l'activité interdisciplinaire la moins risquée du point de vue

théorique et la plus simple à mettre en oeuvre. Il s'agit là d'une pratique qui garantit une interdisciplinarité facile à gérer puisqu'elle n'oblige en aucune façon le chercheur à justifier ses choix ni à les valider. C'est ainsi qu'il est fréquent de voir des chercheurs en IA baptiser du nom de "mémoire de travail" un module de leur programme qui stocke temporairement de l'information. Le psychologue ne voit dans cet "emprunt" qu'une analogie sans réel danger pour sa discipline. Il est même parfois fier de l'intérêt que suscite ses concepts et le considère comme un mode indirect de validation.

Il convient cependant d'être conscient que ce genre de pratique ne fait pas vraiment avancer les problématiques scientifiques. Tout juste permet-elle de mobiliser chez l'auditeur ou le lecteur des schèmes familiaux et facilite la communication. C'est le premier stade de l'interdisciplinarité. Cette pratique est tellement répandue qu'il est souvent demandé aux auteurs de définir avec le maximum de rigueur les concepts qu'ils utilisent pour éviter les contresens, mais la polysémie naturelle de la langue a vite raison des plus sérieuses résolutions. Sur ce plan, je suis fataliste, je ne crois pas qu'il existe en la matière de bonnes raisons d'interdire ou de prescrire l'usage de certains mots. Laissons donc cette tâche aux académiciens.

... de mode de validation,

Un autre mode de coopération consiste à utiliser un même corpus de faits pour tester ou mettre au point un modèle local qui rende compte le plus fidèlement possible des faits observés. Le corpus, s'il est recueilli dans de bonnes conditions, garantit alors l'authenticité de la modélisation puisqu'elle s'applique à des productions "naturelles" et représentatives.

Les textes, les dialogues, les procédures de résolution de problèmes sont des matériaux de choix pour réaliser ce type de collaboration. C'est oublier que la validation d'un modèle n'a pas le même statut pour le chercheur en IA et pour le psychologue. Pour ce dernier, une simulation réussie est une garantie que la description qu'il a produite est suffisamment précise pour être prise en charge par un automate. Pour l'informaticien, une simulation réussie est davantage un test de "puissance" pour le formalisme qu'il a mis au point. Cette divergence dans le mode de validation d'un modèle peut être l'occasion de malentendus fâcheux. Comme nous le verrons, le problème vient ici essentiellement de la différence de statut des modèles au sein de chaque disciplines.

... d'import-export de modèles,

Plus spectaculaire et plus audacieux, l'emprunt direct de modèles ou de faits bien établis comporte pour sa part certains dangers s'il est réalisé sans réel projet scientifique. Le risque majeur encouru par "l'emprunteur" réside dans le fait que ces modèles, une fois exportés, sont alors coupés de leur "niche" écologique d'origine. Comme une citation sortie de son contexte, ces modèles exportés perdent en partie de leur signification. Plus grave, ils sont privés de la dynamique liée à leur évolution paradigmatique au sein de leur discipline d'origine. On voit ainsi des chercheurs en IA continuer à travailler sur des modèles de la mémoire à court terme qui sont pourtant considérés comme désuets par les psychologues (et vice versa).

De mon point de vue, cette intégration asynchrone des modèles est une pratique peu féconde pour la recherche en sciences cognitives. En effet, si l'on considère le statut des modèles en psychologie cognitive, ceux-ci sont essentiellement des représentations externes (en général des boîtes et des flèches) qui ont pour principal objet la description des relations entre processus cognitifs tels qu'ils se manifestent à travers les paradigmes expérimentaux. En aucun cas ce ne sont de véritables modèles du fonctionnement cognitif au sens opératoire.

Les modèles de la mémoire de travail, par exemple, sont le reflet exact des contraintes de mémorisation que l'on impose au sujet dans certaines situations. Formellement, la mémoire de travail est donc un ensemble de propriétés caractérisant une situation expérimentale et qui déclenchent chez le sujet humain placé dans cette situation un comportement cognitif remarquable. A tort, on décrète que l'instance responsable de ce comportement est un module plus ou moins bien identifiable: la mémoire de travail dans notre exemple. Le même raisonnement pourrait être appliqué à la mémoire sémantique ou à la mémoire épisodique. De plus, ces noms de baptême sont généralement associés à des propriétés spatiales (empan de la mémoire de travail, flux d'information entre modules, par exemple) qui n'ont que des rapports fort lointains avec ce que l'on sait de l'architecture du cerveau. On oublie par là même que le principal intérêt de ces résultats réside dans la stabilité des comportements observés, dans leur intensité et dans leurs liens de dépendance avec les contraintes de situation. En général, la simulation informatique de ces modèles n'apporte rien de plus à la connaissance des processus décrits par l'expérience. Tout au plus permet-elle de régler des problèmes de communication entre chercheurs sur la teneur exacte des phénomènes observés.

de leur vraisemblance neurophysiologique,

Ces difficultés tiennent au fait que ces différents modes de collaboration reposent implicitement sur le principe que la modélisation des processus cognitifs doit être compatible avec des mécanismes vraisemblables du point de vue neurophysiologique. Est donc a priori exclue toute approche de type "ingénieur" qui vise à étudier les activités cognitives en considérant le couple "sujet psychologique" et "artefact technique" dans son évolution phylogénétique.

C'est oublier que l'activité de lecture, par exemple, a acquis ses lettres de noblesses comme prototype d'une activité "cognitive" reconnue et digne d'intérêt alors qu'elle n'est généralisée dans l'espèce humaine que depuis seulement quelques générations (cela représente une période de temps courte si l'on considère l'histoire de l'humanité). Nul ne conteste que le passage d'une tradition de l'oral à une tradition de l'écrit a considérablement transformé les fondements mêmes de la cognition humaine. Les recherches sur la reconnaissance de formes et la lecture nous ont beaucoup appris sur ses possibilités et pourtant, l'alphabet et l'orthographe n'ont que peu de rapports avec la production du langage oral.

Il y a donc place, dans les sciences cognitives, pour des travaux qui prendraient sérieusement en compte la recherche de faits significatifs dans le domaine des interactions entre le sujet connaissant et les situations dans lequel ce même sujet est amené à connaître. C'est tout le mérite des travaux comme ceux réalisés par l'équipe de Sweller sur la théorie de la charge cognitive que d'avoir ouvert la voie à de telles recherches et d'avoir abandonné les spéculations hasardeuses sur la taille et la nature de la mémoire de travail par exemple (Sweller, 1988; Sweller, Chandler, Tierney and Cooper, 1990; Sweller et Chandler, 1994).

et de recherche appliquée.

Un mode de coopération plus original consisterait donc à considérer sérieusement les transformations subies par les activités cognitives du simple fait que le sujet est amené à utiliser les technologies du traitement de l'information comme de nouveaux modes de représentation et de traitement. Pour cela nous avons besoin de puissants moyens informatiques pour créer des artefacts qui s'adaptent aux contraintes imposées par la cognition humaine sans pour autant avoir besoin de les imiter dans leur fonctionnement.

Par exemple, un système expert peut ainsi révéler un mode de fonctionnement cognitif original dans le raisonnement sans avoir besoin d'imiter celui de l'expert. Dans cette voie, la psychologie cognitive peut apporter encore beaucoup aux sciences cognitives en étudiant comment le sujet humain apprend à résoudre les nouveaux problèmes qui se posent à lui du simple fait de l'usage intensif des techniques de représentation et de traitement de l'information. Les possibilités de la cognition semblent encore mal explorées du point de vue de leur interaction avec les artefacts techniques qui les supportent. Ceux-ci devraient cependant servir de révélateur à des transformations plus profondes encore et déboucher sur un véritable renouveau paradigmatique dans les études sur la cognition.

2. L'EMERGENCE DE NOUVEAUX PARADIGMES

J'ai parfois l'impression que les sciences cognitives fonctionnent comme un "club de célibataires". Elles forment un creuset de sous-disciplines et d'individualités en quête de reconnaissance et qui souffrent d'isolement. Il peut arriver que de ce "club" sortent quelques "mariages réussis". Le dernier en date de ces mariages consacre la collaboration maintenant bien institutionnalisée entre les neurosciences et la psychologie cognitive. Comme les

célibataires qui n'ont plus de raison de fréquenter le club à partir du moment où ils ont trouvé l'âme soeur, ces derniers étaient d'ailleurs étrangement absents de ce colloque. Pour ces psychologues qui ont accepté le mariage de raison avec les neurosciences, la référence à leurs méthodes et à leurs concepts est un dogme. Ils fondent les bases des sciences cognitives officielles et ceux qui s'en écartent sont des hérétiques.

Pourtant, il paraît peu probable que les théories de la cognition puissent se contenter de ce seul apport de la part des psychologues. Peut-on imaginer qu'il sera un jour possible de décrire des phénomènes aussi complexes que les stratégies de résolution de problèmes ou encore les phénomènes de compréhension dans la lecture à partir d'un "alphabet" aussi rudimentaire que celui du codage de l'information dans les neurones ? Il est nécessaire d'imaginer que les théories de la cognition ont besoin parfois de langages de description plus puissants que l'"assembleur neuronal".

Je continue de croire qu'il est possible de décrire scientifiquement des phénomènes psychologiques avec des opérateurs et des "briques" de haut niveau. Même s'il n'est pas possible de trouver les liens précis qui existent entre ces "briques" et leur substrat neurophysiologique élémentaire. La pertinence et la solidité des faits qui sont apportés par ces recherches n'ont rien à envier aux sciences dites "dures". Ces travaux ont d'ailleurs largement contribué à développer, dans le domaine des études sur l'apprentissage humain, un courant de pensée original dont l'impact sur les modèles de la cognition est sûrement encore devant lui. L'interdisciplinarité s'évalue aussi à sa capacité de susciter des changements paradigmatiques par la confrontations des points de vue et des idées. Etant donné l'importance que j'accorde à cette fonction de l'interdisciplinarité, je m'attarderais donc un moment sur ce point pour en démontrer l'importance.

La cognition "située"

En opposition avec la vision exclusivement symbolique du fonctionnement cognitif des années 70 et 80, Brown, Collins et Duguid (1989) proposent de replacer l'étude de la cognition (et plus particulièrement de l'apprentissage) dans le contexte des activités qui lui donnent un sens. Pour ces auteurs, la nécessité de se trouver immergé dans la culture d'un domaine de connaissances donné pour en maîtriser toutes les subtilités milite en faveur du fait que la cognition est avant tout "située" ou "contextualisée". Par exemple, certaines procédures de traitement nécessitent une automatisation poussée alors que d'autres sont plus efficaces si elles sont encodées sous la forme de schémas inspectables. Pour ces auteurs, ce phénomène ne peut se comprendre qu'en référence à leur contexte d'utilisation et non par leur nature intrinsèque.

En se démarquant nettement du courant "cognitivist" des années 80, les tenants de cette conception s'inspirent largement des idées développées par Gibson (1986) dans le domaine de la perception. En effet, il apparaît de plus en plus évident que les conduites ne sont pas réglées par des plans d'action stockés en mémoire comme dans les systèmes à base de règles. Les sujets ont plutôt tendance à régler leur

conduite en fonction des différentes situations auxquelles ils sont soumis et ils n'agissent de façon similaire dans deux contextes distincts que par analogie perceptivo-motrice. On retrouve là une idée chère à Gibson pour qui la signification et le sens d'une action sont générés pas à pas en fonction du contexte dans lequel le sujet se trouve engagé.

Pour ces auteurs, c'est l'interaction entre un agent et un contexte qui doit être qualifiée d'intelligente, ce qualificatif n'ayant aucun sens quand il est appliqué au seul agent. Appliquant ces principes à la conception des environnements d'apprentissage, Clancey (1992) et Young (1993) vont jusqu'à défendre l'idée que le modèle de référence de l'apprentissage par enseignement devrait s'inspirer de celui qui était à la mode au temps du compagnonnage quand l'apprenti était accompagné et régulé par le "maître" dans le contexte même de son travail (Cognitive Apprenticeship¹).

Les débats autour de ces thèses sont actuellement vifs dans le milieu des chercheurs (Sandberg and Wielinga, 1992; Clancey, 1992) mais il est encore trop tôt pour évaluer ce que ce changement de paradigme apportera de novateur à la recherche. Ce qui est indéniable par contre, c'est que les raisons profondes de ce changement sont à rechercher du côté des débats des années 80 sur la nature de la cognition. Ce débat a été largement alimenté par les chercheurs de toutes les disciplines sans exclusive.

L'interdisciplinarité comme moteur du changement

Il faut noter que ce changement de point de vue sur l'apprentissage accompagne les transformations auxquelles est soumis le concept de cognition dans d'autres domaines des sciences cognitives. Nous pensons plus particulièrement à l'émergence du connexionnisme dans le champ des neurosciences. Intelligence distribuée, abandon des concepts classiques de "mémoire" et de "connaissance" au profit de ceux d'attention et de conception, planification opportuniste, sont quelques-uns des dogmes de ce nouveau courant de pensée.

Comme il est habituel dans les disciplines scientifiques, plusieurs raisons peuvent être invoquées pour expliquer un changement de paradigme de recherche. Dans le cas des travaux sur l'apprentissage humain ces raisons peuvent être classées en trois catégories.

- Celles qui tiennent à l'épuisement des paradigmes de recherches classiques qui deviennent, avec le temps, improductifs et problématiques sur le plan des faits expérimentaux comme sur le plan conceptuel.
- Celles qui tiennent au développement des environnements technologiques qui sont susceptibles de supporter ou de promouvoir l'acte même d'apprendre.

¹ Ce terme n'est malheureusement pas facile à traduire car il n'existe en français qu'un seul mot pour désigner "Apprenticeship" et "Learning".

- Enfin, celles liées au développement de nouveaux paradigmes de recherche dans des secteurs voisins de la psychologie traditionnelle et que le courant maintenant bien représenté par les "sciences cognitives" a contribué à diffuser dans la population des psychologues. C'est là probablement une des raisons d'être profonde de l'interdisciplinarité.

La recherche appliquée au coeur de l'interdisciplinarité

Les conséquences qui découlent de cette conception de l'apprentissage sur la définition et la réalisation des systèmes d'aide ne sont pas moins importantes. Le sujet et ses connaissances d'une part, la tâche et sa complexité structurale d'autre part, ne sont plus considérés isolément les uns des autres. La connaissance est une construction distribuée et négociée par les différents agents qui la manipule au sein d'un contexte qui seul est à même de lui donner un sens. Le paradigme des systèmes d'aide sur lequel nous travaillons est au coeur de cette problématique. Elle suppose une collaboration étroite entre psychologues et informaticiens sur le plan de la conception et de la réalisation des systèmes. Cette pratique interdisciplinaire de fond est assurée par la recherche appliquée.

Le comportement humain produit une grande variété de conduites et c'est un des mérites de la psychologie que d'avoir montré toute l'étendue de cette variabilité comportementale par la méthode des tests. Mais depuis longtemps déjà, le psychologue ne se contente plus uniquement de mesurer les effets de cette variabilité. En effet, si les différentialistes ont eu l'habitude de classer les sujets en fonction des différences qu'ils observaient (en référence au concept de styles cognitifs), les psychologues privilégient maintenant la voie qui consiste à provoquer "expérimentalement" la variabilité comportementale pour mieux comprendre le rôle joué par ces facteurs environnementaux et comportementaux.

Les modèles pour "comprendre" le fonctionnement cognitif ont ainsi pris le pas sur les modèles qui permettaient seulement d'en mesurer les performances. L'approche cognitiviste a ainsi permis à la psychologie de faire des progrès considérables. Mais l'inextricable complexité des interactions entre variables qu'elle a mises à jour ne contribue pas à donner du fonctionnement cognitif la vue synthétique qui permettrait aux ingénieurs d'utiliser les résultats de la recherche pour réaliser des applications concrètes. De plus, la tendance à chercher à tout prix un lien entre les phénomènes décrits et leur substrat biologique a freiné considérablement l'élan de recherche au sein de la psychologie cognitive. En Europe, cette pratique a créé une véritable cassure dans la communauté des psychologues et celle-ci se trouve relayée par des pratiques normatives au sein même des sciences cognitives et des institutions.

Les modèles de la psychologie ont été construits principalement à partir de situations de laboratoire. Ce travail de mise à l'épreuve une fois accompli, on devrait pousser les chercheurs à dépasser la complexité apparente du fonctionnement cognitif pour élaborer des principes généraux qui puissent aider les concepteurs

d'artefacts à construire un monde plus "simple" à assimiler cognitivement.

Il existe encore trop de mauvaises idées reçues sur l'apprentissage. Elles tiennent souvent à une mauvaise interprétation des résultats de la recherche qui a trop privilégié les situations "extrêmes" pour forcer le sujet "cognitif" dans ses retranchements sous le prétexte d'étudier son fonctionnement normal. Ce reproche avait déjà en son temps été fait à Piaget. Certains lui demandaient si ses questions aux enfants sur les principes de conservation n'étaient finalement pas des "pièges conceptuels" destinés à produire artificiellement des réponses "hors norme". Pourquoi le psychologue ne s'intéresserait-il pas aussi à chercher comment il est possible de soutenir ou de transformer la cognition en lui apportant les aides nécessaires à un fonctionnement optimal. La recherche fondamentale y trouverait aussi son compte.

Les chercheurs trouveraient un soutien dans cette entreprise avec les défenseurs du courant "contextualiste" qui fondent leur méthodologie sur une analyse des situations réelles d'apprentissage. Franchissant un pas supplémentaire, je propose que les principes généraux sur lesquels repose la conception de tels environnements forment ce que l'on pourrait appeler des modèles pour "construire". Ces modèles ayant comme avantage de contenir à la fois des informations sur les buts poursuivis, les moyens de les atteindre et les prérequis nécessaires à leur mise en oeuvre. C'est ainsi que l'on définit classiquement la résolution de problème.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Brown, A.L., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 32-42.
- Clancey, W. (1992). Representations of Knowing: In defense of Cognitive Apprenticeship. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 3, 139-168.
- Gibson, J.J. (1986). *The ecological approach to visual perception*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Sandberg, J. & Wielenga, B. (1992). Situated Cognition: A Paradigm Shift ? *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 3, 129-138.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.
- Sweller, J., Chandler, P., Tierney, P. and Cooper, M. (1990). Cognitive load as a factor in the structuring of technical material. *Journal of Experimental Psychology: General*. 19, (2), 176-192.
- Sweller, J. & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12, (3), 185-233.
- Young, M.F. (1993) Instructional Design for Situated Learning. *ETR & D*, 41, (1), 43-58.