

Une autre caractéristique des cartes conceptuelles est que les concepts sont représentés de façon hiérarchique avec les concepts les plus inclusifs, les plus généraux en haut de la carte et les concepts les plus spécifiques, les moins généraux disposés hiérarchiquement en dessous. La structure hiérarchique dans un domaine donné de connaissance dépend du contexte dans lequel cette connaissance est appliquée et considérée. Par conséquent il est préférable de construire les cartes conceptuelles en faisant référence à une question particulière à laquelle nous devons répondre ou en pensant à quelque situation ou événement que nous cherchons à élucider à travers l'organisation de la connaissance sous la forme d'une carte conceptuelle.

Une autre caractéristique importante des cartes conceptuelles est l'inclusion de « liens croisés. » Ce sont des relations (propositions) entre des concepts dans différentes régions de la carte conceptuelle. Les liens croisés nous aident à voir comment certains domaines de connaissance représentés dans la carte sont reliés les uns aux autres. Il y a deux aspects des cartes conceptuelles qui sont importants dans la facilitation de la pensée créative: la structure hiérarchique qui figure dans une bonne carte conceptuelle et la capacité à chercher et à caractériser des liens croisés. Une dernière caractéristique qui peut être ajoutée à une carte conceptuelle, ce sont des exemples particuliers d'événements ou d'objets qui aident à clarifier le sens d'un concept donné.

Les cartes conceptuelles ont été développées au cours de notre programme de recherche dans lequel nous cherchions à suivre et comprendre les changements de la connaissance scientifique des enfants. Ce programme était fondé sur la psychologie de l'apprentissage de David Ausubel (1963, 1968, 1978). L'idée fondamentale dans la psychologie cognitive de Ausubel est que l'apprentissage consiste en l'assimilation de nouveaux concepts et de nouvelles propositions dans les structures conceptuelles ou propositionnelles existantes de l'apprenant. La question est posée quelque fois à propos de l'origine des premiers concepts; ils sont acquis par les enfants de la période qui va de la naissance à l'âge de trois ans, lorsqu'ils reconnaissent des régularités dans leur environnement et commencent à identifier les termes langagiers ou les symboles qui leur permettent de désigner ces concepts (Macnamara, 1982).

C'est une capacité extraordinaire qui fait partie de l'héritage évolutionniste de tous les êtres humains normaux. Après l'âge de trois ans, l'apprentissage d'un nouveau concept ou d'une nouvelle proposition se fait surtout par le biais du langage, et se réalise essentiellement par un processus d'apprentissage réceptif par lequel de nouvelles significations émergent en se posant des questions et en obtenant une clarification des relations entre les anciens concepts et propositions et les nouveaux concepts et propositions. Ces acquisitions sont fortement facilitées lorsque des expériences concrètes ou des tuteurs sont disponibles; d'où l'importance d'une activité sur le tas pour l'apprentissage scientifique avec de jeunes enfants, mais ceci est également vrai pour des apprenants de tout âge et de tout domaine. En plus de la distinction entre le processus d'apprentissage heuristique dans lequel les propriétés des concepts sont de façon autonome identifiées par l'apprenant, et le processus d'apprentissage réceptif, dans lequel les propriétés des concepts sont décrites en utilisant le langage et transmis à l'apprenant, Ausubel fait la grande distinction entre l'apprentissage machinal et l'apprentissage significatif. L'apprentissage significatif requière trois conditions:

- Le matériel à étudier doit être clair au plan conceptuel et présenté dans un langage et avec des exemples qui tiennent compte des connaissances antérieures de l'apprenant. Les cartes conceptuelles peuvent aider à satisfaire cette condition, à la fois en identifiant les grands concepts généraux avant toute instruction portant sur des concepts spécifiques, et en contribuant au découpage des tâches d'apprentissage à travers une connaissance progressivement plus explicite qui peut être réalisée en développant des structures conceptuelles.
- L'apprenant doit posséder une connaissance préalable pertinente. Cette condition est facilement

réunie après l'âge de trois ans pour virtuellement tout domaine de savoir, mais il est indispensable d'être prudent et explicite en construisant des structures conceptuelles si on espère présenter une connaissance spécifique exhaustive dans tout domaine, lors de leçons ultérieures. Nous voyons donc que les conditions (1) et (2) sont liées et sont toutes les deux importantes.

- L'apprenant doit choisir d'apprendre de façon significative. La seule condition sur laquelle l'enseignant ou le tuteur a une prise indirecte est la motivation des apprenants de choisir d'apprendre en tentant d'assimiler de nouvelles significations dans leurs connaissances antérieures, au lieu de mémoriser simplement les définitions des concepts ou des énoncés propositionnels ou des procédures de calcul. Le contrôle sur ce choix est essentiellement dans les stratégies d'évaluation utilisées, et les évaluations objectives typiques demandent rarement plus qu'un apprentissage machinal (Holden, 1992). En fait, les pires formes d'évaluations objectives, ou les évaluations à réponses courtes, demandent une restitution mot à mot d'énoncés et ceci peut être rendu difficile par un apprentissage significatif dans lequel la connaissance nouvelle est assimilée aux structures existantes, rendant difficile de se souvenir textuellement des définitions ou des descriptions données. Ce genre de problème a été identifié il y a de cela plusieurs années par le livre de Hoffman (1962), intitulé *The Tyranny of Testing* (la tyrannie de l'évaluation).

L'une des utilisations très importantes des cartes conceptuelles n'est pas seulement d'être un outil d'apprentissage mais aussi un outil d'évaluation, encourageant ainsi les élèves ou les étudiants à utiliser des modes d'apprentissage significatifs (Novak & Gowin, 1984; Novak, 1990, Mintzes, Wandersee et Novak, 2000). Les cartes conceptuelles sont aussi efficaces pour identifier des idées correctes et des idées incorrectes chez les apprenants. Elles peuvent être aussi efficaces que les longues entrevues cliniques (Edwards & Fraser, 1983).

Une autre avancée importante dans notre compréhension de l'apprentissage est que la mémoire humaine n'est pas un vaisseau unique à remplir mais est plutôt un ensemble complexe de systèmes mémoire reliés entre eux. La *figure 2* illustre les trois systèmes mémoires du cerveau humain.

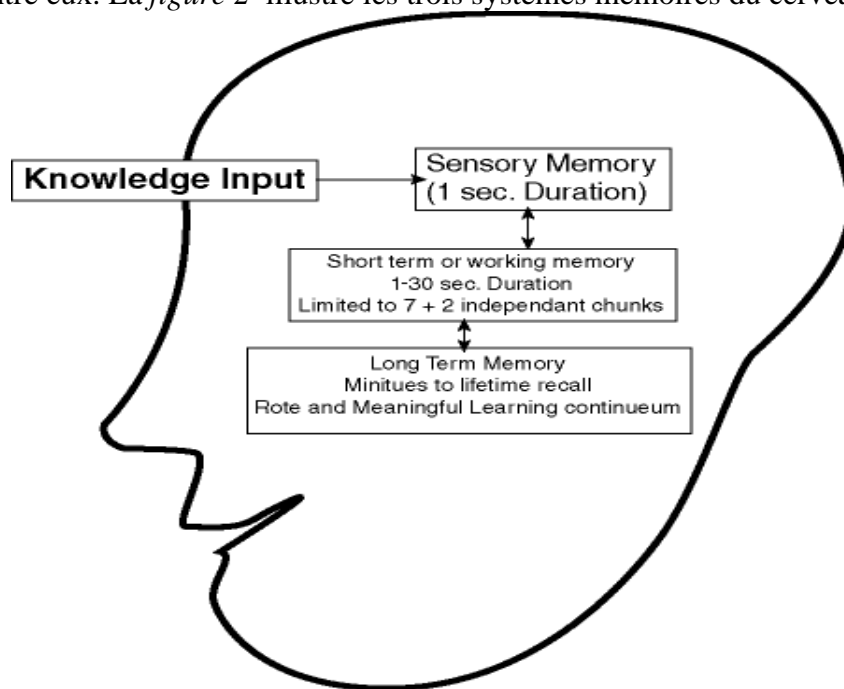


figure 2

Bien que tous les systèmes mémoires soient interdépendants (et contiennent des informations qui vont dans toutes les directions), le système mémoire le plus important pour incorporer de la connaissance dans la mémoire est la mémoire à court terme ou la mémoire active. Toute information qui arrive est organisée et traitée dans la mémoire active par interaction avec la connaissance dans la mémoire à long terme. La caractéristique limite est ici que la mémoire active ne peut traiter à tout moment donné seulement qu'un nombre limité d'unités psychologiques (5 à 9). Ce qui veut dire que les relations entre deux concepts ou trois sont la limite de la capacité de traitement de la mémoire active. Donc structurer de grands domaines de connaissance exige une séquence ordonnée d'itérations entre la mémoire active et la mémoire à long terme lorsque de la connaissance nouvelle arrive (Anderson, 1991). Nous pensons que l'une des raisons qui expliquent que le processus de construction d'une carte conceptuelle est si puissant pour faciliter un apprentissage significatif est qu'il sert de sorte de format pour aider à organiser la connaissance et à la structurer, quoique la structure doit être construite pièce à pièce avec de petites unités de concepts et de structures propositionnelles interagissant. Beaucoup d'apprenants et d'enseignants sont surpris de voir comment cet outil simple facilite l'apprentissage significatif et la création de puissantes structures de connaissance qui permettent non seulement d'utiliser la connaissance dans de nouveaux contextes, mais également de retenir la connaissance pour de longues durées (Novak, 1990; Novak & Wandersee, 1991). On connaît encore très peu les processus de la mémoire et la manière dont en définitive la connaissance est intégrée dans notre cerveau, mais il paraît évident selon plusieurs recherches que notre cerveau travaille à organiser les connaissances en structures hiérarchiques et que les méthodes d'apprentissage qui facilitent ce processus améliorent de façon significative la capacité d'apprentissage de tous les apprenants.

Bien qu'il soit vrai que certains élèves ou étudiants ont plus de difficulté à construire des cartes conceptuelles et à les utiliser, au moins au début de leur expérience, ceci apparaît essentiellement comme le résultat de plusieurs années de pratique d'un apprentissage machinal dans les dispositifs éducatifs, plutôt que comme la résultante de différences de structures cérébrales en soi. Les soi-disant différences de « styles d'apprentissage » sont, dans une grande mesure, des différences dans les types d'apprentissages que les apprenants utilisent qui varient d'une grande disposition à un apprentissage machinal continu, à une disposition presque totale à apprendre de façon significative. Ils n'est pas facile d'aider les apprenants de la première catégorie à rejoindre ceux de la dernière. Quoique les cartes conceptuelles peuvent aider, les apprenants ont besoin qu'on leur enseigne quelque chose à propos des mécanismes du cerveau et de l'organisation de la connaissance, et cet enseignement devrait accompagner l'utilisation des cartes conceptuelles.

Fondements épistémologiques

Comme indiqué plus haut, nous définissons les concepts comme des régularités perçues dans les événements ou dans les objets, ou dans les descriptions d'événements ou d'objets, désignés par des étiquettes. Ce qui est de plus en plus reconnu maintenant est que les processus d'apprentissage significatifs décrits plus haut sont les mêmes processus utilisés par les scientifiques et les mathématiciens pour construire un savoir nouveau. En fait, j'ai affirmé que la construction de connaissance n'est rien d'autre qu'un niveau relativement élevé d'apprentissage significatif (Novak, 1977; Novak, 1988).

Comme défini ci-dessus, les concepts et les propositions sont les blocs de connaissance dans tout domaine. Nous pouvons utiliser l'analogie selon laquelle les concepts sont comme les atomes de la matière et les propositions sont comme les molécules de la matière. Il y a aujourd'hui environ 460 000

mots dans la langue anglaise, et ceux ci peuvent être combinés pour former un nombre infini de propositions, quoique la plupart de ces combinaisons seraient des non sens, il reste toujours la possibilité de créer un nombre infini de propositions valables. Nous ne serons jamais à court d'idées pour créer une connaissance nouvelle ! Comme les gens créent et observent de nouveaux ou d'anciens objets et événements, les gens créatifs continueront à créer des connaissances nouvelles.(à revoir)

Bien qu'il soit important d'étudier plus en profondeur le processus de construction de la connaissance, et la nature de la connaissance, ceci n'est pas le propos de cet article.

COMMENT CONSTRUIRE DE BONNES CARTES CONCEPTUELLES

En apprenant à construire une carte conceptuelle, il est important de commencer avec un domaine de connaissance qui est familier à la personne qui construit la carte conceptuelle. Puisque les structures des cartes conceptuelles dépendent du contexte dans lequel elles seront utilisées, il est préférable de considérer une partie d'un texte, une activité de laboratoire ou un problème particulier ou une question particulière, qu'on veut comprendre. Ceci crée un contexte qui aidera à déterminer la structure hiérarchique de la carte conceptuelle. Il est aussi utile de choisir un domaine limité de connaissance pour les premières cartes.

Une fois qu'un domaine a été choisi, la prochaine étape est d'identifier les concepts clé qui s'applique à ce domaine. Ils pourraient être organisés en une liste, et alors de cette liste un rang pourrait être établi qui va des concepts les plus généraux, les plus inclusifs, pour ce problème particulier ou cette situation particulière, aux concepts les plus spécifiques, les moins généraux. Bien que cet ordre soit approximatif, il aide à débiter ce processus de construction d'une carte.

L'étape suivante est de construire une carte conceptuelle préliminaire. Ceci peut être fait en écrivant tous les concepts sur une des "Post-its," ou de préférence en utilisant ce logiciel. Les post-its permettent à un groupe de travailler sur un tableau blanc ou sur une grande affiche et de déplacer les concepts facilement. Ceci est nécessaire lorsque qu'on commence laborieusement le processus de construction d'une bonne organisation hiérarchique. Les logiciels sont encore meilleurs en ce sens qu'ils permettent le déplacement des concepts avec les phrases de liaison mais aussi le déplacement de groupes de concepts et de liens pour restructurer la carte. Les logiciels permettent aussi de faire des impressions, permettant d'avoir un beau produit qui peut être envoyé par e-mail ou par d'autres canaux qui permettent un partage facile avec des collaborateurs ou d'autres parties intéressées.

La figure 3 montre une liste de concepts pour la construction d'une carte qui répond à la question, "Qu'est-ce que c'est une plante?" Ce qui est illustré est seulement l'une des multiples cartes possibles. Aussi simple soit elle, cette carte peut contenir quelques propositions qui sont inédites pour le lecteur.

Il est important de reconnaître qu'une carte conceptuelle n'est jamais achevée. Après qu'une carte préliminaire est construite, il est toujours nécessaire de réviser la carte. Les bonnes cartes sont souvent révisées trois fois ou plus. C'est une des raisons pour laquelle les logiciels sont si utiles.

Après qu'une carte préliminaire est construite, les liens croisés devraient être recherchés. Ce sont des liens entre des domaines différents de connaissances sur la carte qui aident à illustrer comment les domaines sont reliés les uns aux autres. Finalement, la carte doit être révisée, les concepts positionnés d'une façon qui apporte de la clarté, et une carte finale préparée.

Lorsqu'un logiciel est utilisé, on peut revenir en arrière et changer la police pour raffiner la carte.

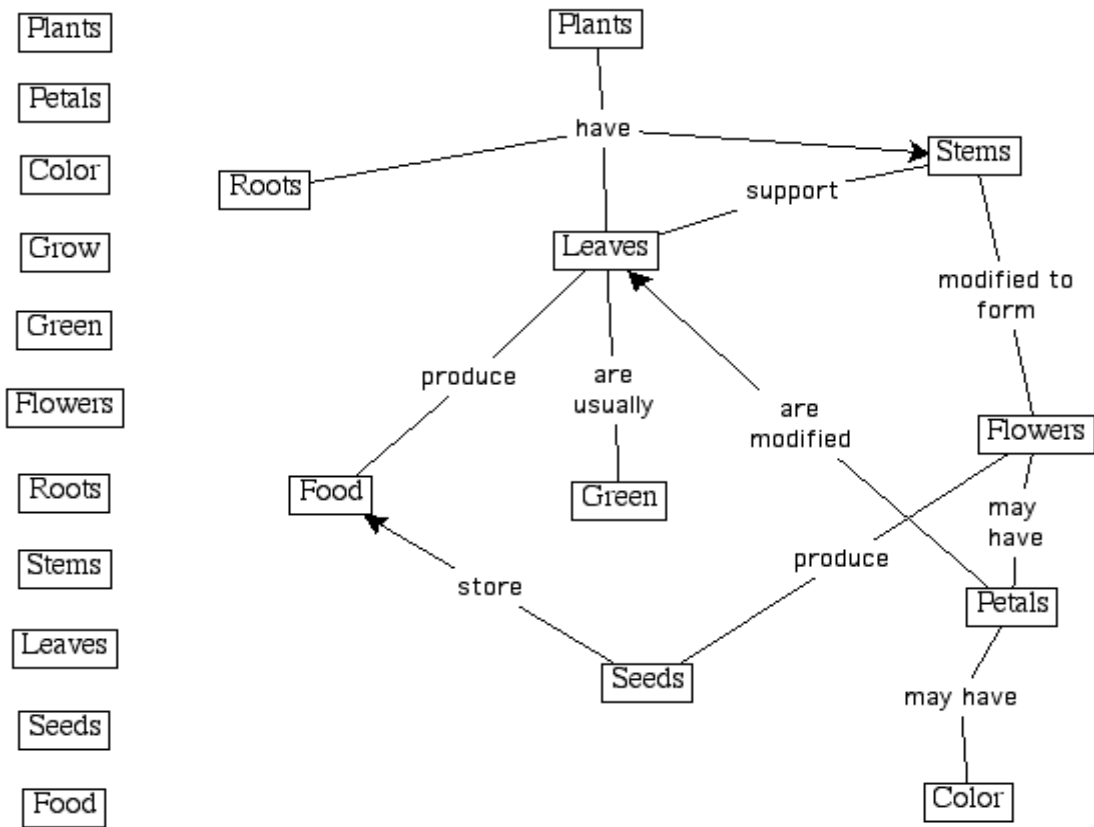


Figure 3

IL est plus que important d'aider les étudiants à reconnaître que tous les concepts sont d'une certaine façon reliés les uns aux autres. D'où la nécessité d'être sélectif dans l'identification des liens croisés, et d'être aussi précis que possible dans l'identification des mots de liaisons entre les concepts. En plus, on devrait éviter les "phrases dans les boites" puisque ceci indique que toute une section de la carte pourrait être construite à partir de l'énoncé dans la phrase. Les "cartes en forme de corde" illustrent soit une mauvaise compréhension du matériel exploité ou une mauvaise restructuration de la carte. La figure 4 montre un exemple de carte en forme de corde.

Concepts:

paper
wood
trees
logs
cut
grow
mill
water
soft
wasp nest
chew
pulp
fibers
writing
books

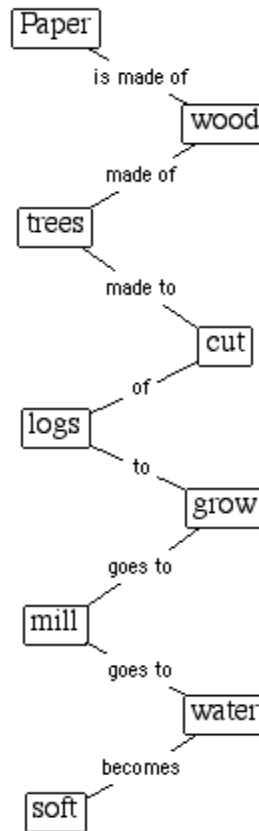


Figure 4

Les étudiants disent souvent qu'il est difficile d'ajouter des mots de liaison dans leurs cartes. C'est parce qu'ils comprennent mal la relation entre les concepts et ce sont les mots de liaisons qui précisent cette relation. Une fois que les étudiants commencent à se concentrer sur de bons mots de liaisons mais aussi sur l'identification de bons liens croisés, ils peuvent voir que chaque concept pourrait être relié à tout autre concept. Ceci produit aussi une certaine frustration, et ils doivent choisir d'identifier les liens croisés les plus importants et les plus utiles. Ce processus implique ce que Bloom (1956) a identifié comme de hauts niveaux de performance cognitive, nommément l'évaluation et la synthèse de connaissance. La construction d'une carte conceptuelle est une façon commode d'atteindre de hauts niveaux de performance cognitive, lorsque le processus est bien mené. C'est une des raisons pour laquelle la construction de cartes conceptuelles peut être un excellent outil d'évaluation.

Macro et Micro cartes conceptuelles

Dans la planification de curriculum, les cartes conceptuelles peuvent être énormément utiles. Elles présentent d'une façon extrêmement précise les concepts et les principes clé à enseigner. L'organisation hiérarchique des cartes conceptuelles suggère une optimisation du découpage du matériel à enseigner. Puisque la caractéristique fondamentale d'un apprentissage significatif est l'intégration d'une nouvelle connaissance dans les concepts et structures propositionnelles existantes de l'apprenant, partir des concepts les plus généraux à ceux plus spécifiques sert d'habitude à encourager et à améliorer un apprentissage significatif. Ainsi, dans la planification d'un programme, nous avons besoin de construire une "Macro carte" globale montrant les idées principales que nous prévoyons de

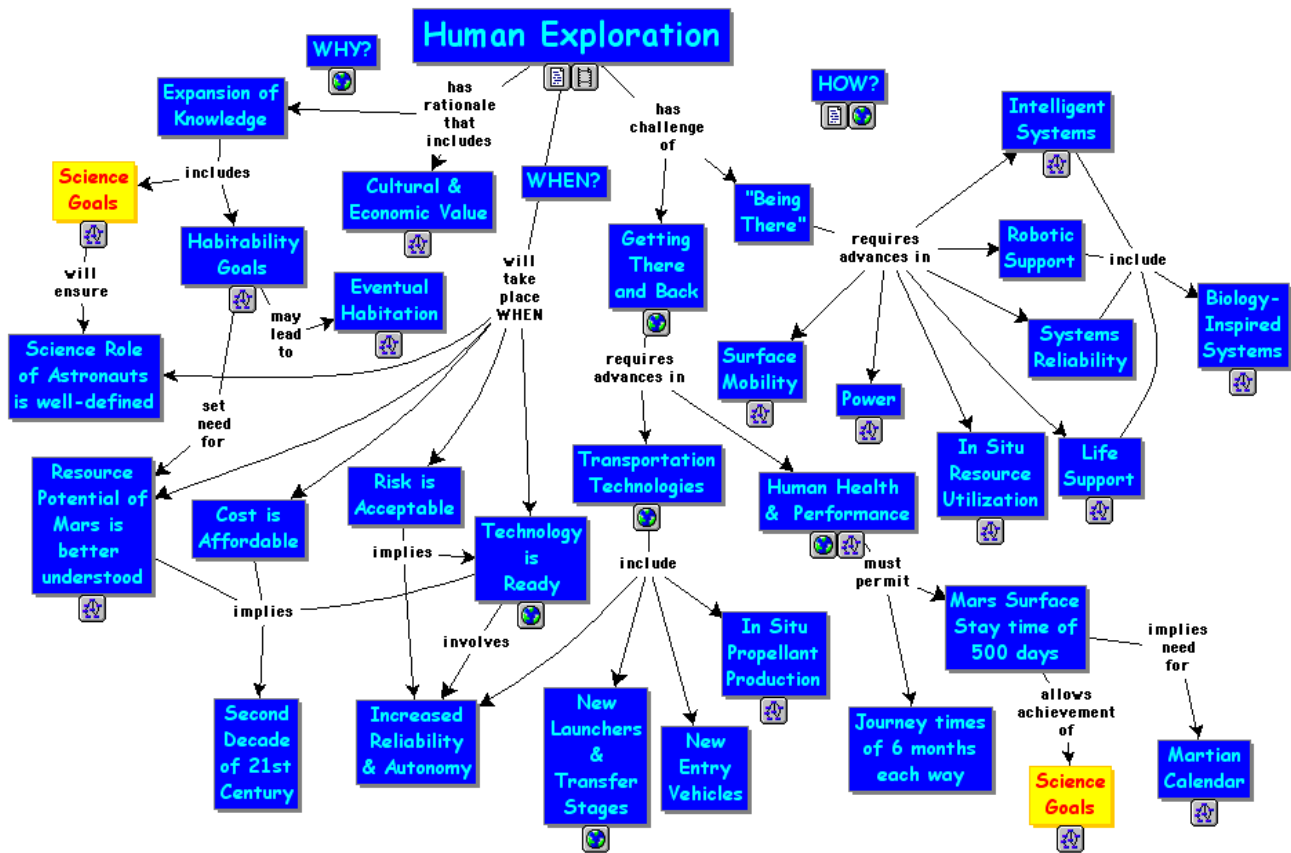


figure 6

FACILITER L'APPRENTISAGE COOPÉRATIF

Il y a de plus en plus de recherches qui montrent que lorsque les étudiants travaillent en petits groupes et coopèrent en essayant d'apprendre une matière, des résultats cognitivement et affectivement positifs en découlent (Johnson et al., 1981). Dans notre expérience avec les enseignants aussi bien qu'avec les étudiants, des petits groupes travaillant de façon coopérative à construire des cartes conceptuelles se sont avérées très utiles dans bien des contextes. Par exemple, la carte conceptuelle de la *figure 7* a été construite par la faculté travaillant ensemble à planifier l'enseignement de la médecine vétérinaire à l'université de Cornell. Dans mes propres classes, et les classes tenues par mes étudiants, de petits groupes d'étudiants travaillant collectivement pour construire des cartes conceptuelles peuvent produire de remarquablement bonnes cartes conceptuelles. Dans une variété de dispositifs éducatifs, la construction de cartes conceptuelles en petits groupes nous a bien servi dans des tâches aussi diverses que la compréhension des idées dans la théorie de l'assimilation, la clarification des conflits de tâches dans la résolution de conflits dans des entreprises à buts lucratifs ou non. Les cartes conceptuelles commencent à être utilisées dans les entreprises pour aider les équipes à articuler et à clarifier le savoir nécessaire pour résoudre des problèmes qui vont de la conception de nouveaux produits, à la commercialisation et à la résolution de problèmes administratifs.

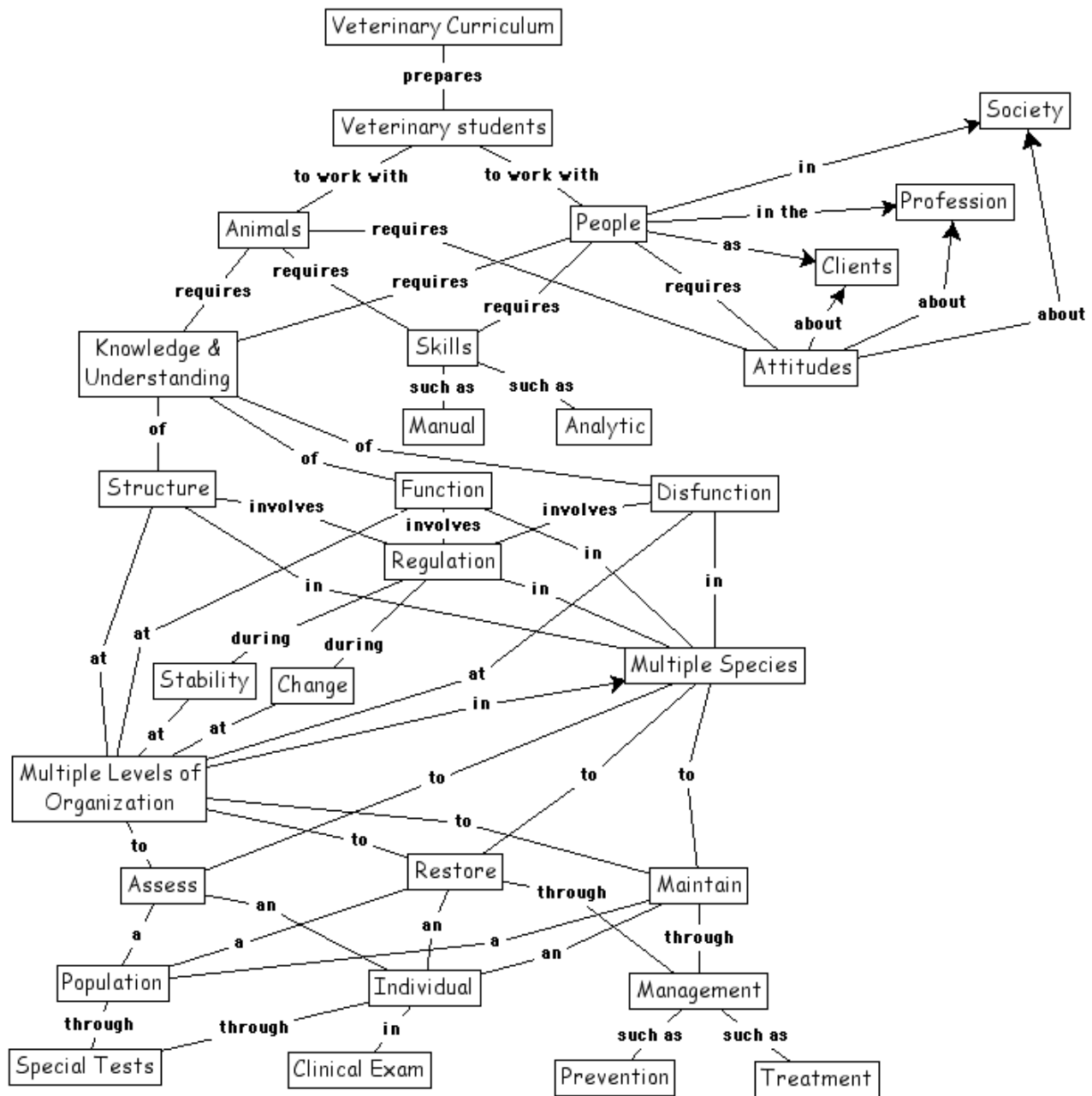


figure 7

Les cartes conceptuelles pour l'évaluation

Nous commençons à voir maintenant dans plusieurs livres de science l'inclusion de cartes conceptuelles comme un moyen de résumer les acquisitions des étudiants au terme de l'apprentissage d'une unité ou d'un chapitre. Le changement dans les pratiques scolaires est toujours lent, mais il est probable que l'utilisation des cartes conceptuelles dans l'enseignement s'accroîtra significativement dans la prochaine

décennie ou dans dans les deux prochaines décennies. Lorsque les cartes conceptuelles sont utilisées dans l'enseignement, ils peuvent également être utilisé pour l'évaluation. Il n' y a rien d'immuable qui dise que les évaluations à choix multiples doivent être utilisé du primaire à l'université, et peut être en temps et lieu les examens nationaux utiliserons les cartes conceptuelles comme un outil puissant d'évaluation. C'est comme le problème de l'oeuf et de la poule parce que les cartes conceptuelles ne peuvent pas être exigé dans les épreuves nationales, si beaucoup d'étudiants n'ont pas eu l'opportunité d'apprendre à utiliser cet outil de représentation de la connaissance. D'autre part , si les examens à l'échelle d'un état, d'une région ou nationale commençaient à inclure les cartes conceptuelles comme une partie de leurs évaluations, il y aurait une grande incitation pour les enseignants à apprendre aux étudiants comment utiliser cet outil. Heureusement qu'en 2061 ceci se réalisera!

Références

- Anderson, O. R. (1992). Some interrelationships between constructivist models of learning and current neurobiological theory, with implications for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(10), 1037-1058.
- Ausubel, D. P. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune and Stratton.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P., J. D. Novak, and H. Hanesian. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View*, 2nd ed. New York: Holt, Rinehart and Winston. Reprinted, New York: Warbel & Peck, 1986.
- Bascones, J., & J. D. Novak. (1985). Alternative instructional systems and the development of problem-solving skills in physics. *European Journal of Science Education*, 7(3), 253-261.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives--The Classification of Educational Goals*. New York: David McKay.
- Edwards, J., and K. Fraser. (1983). Concept maps as reflectors of conceptual understanding. *Research in Science Education*, 13, 19-26.
- Hoffman, B. (1962). *The Tyranny of Testing*. New York: Corwell-Collier.
- Holden, C. (1992). Study flunks science and math tests. *Science*, 26, 541.
- Johnson, D., G. Maruyama, R. Johnson, D. Nelson, and L. Skon. (1981). The effects of cooperative, competitive and individualistic goal structure on achievement: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 89, 47-62.
- Macnamara, J. (1982). *Names for Things: A Study of Human Learning*. Cambridge, MA: M.I.T. Press.
- Mintzes, J., Wandersee, J. and Novak, J. (1998) *Teaching Science For Understanding*. San Diego: Academic Press.
- Mintzes, J., Wandersee, J. and Novak, J. (2000) *Assessing Science Understanding*. San Diego: Academic Press
- Novak, J. D. (1977). *A Theory of Education*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Novak, J. D. (1990). Concept maps and Vee diagrams: Two metacognitive tools for science and mathematics education. *Instructional Science*, 19, 29-52.
- Novak, J. D. (1991). Clarify with concept maps. *The Science Teacher*, 58(7):45-49.
- Novak, J. D., & D. B. Gowin. (1984). *Learning How to Learn*. New York and Cambridge, UK:

Cambridge University Press.

- Novak, J. D., & D. Musonda. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28(1), 117-153.
- Novak, J. D., & J. Wandersee, 1991. Coeditors, Special Issue on Concept Mapping of *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 10.