

Le rôle modulateur des émotions dans les apprentissages

NAÏLA EVEN ¹ et AMAËL ARGUEL ²

¹Toulouse INP ENSIACET, Toulouse, France

²Cognition, Langues, Langage, Ergonomie (CLLE) UMR 5263, Université de Toulouse - CNRS, Toulouse, France

Apprentissages simples et complexes

Un des plus grands atouts de l'espèce humaine est sans aucun doute sa remarquable capacité à créer et à transmettre des connaissances. Certaines de ces connaissances peuvent être acquises de façon implicite, comme la capacité à se mouvoir ou l'apprentissage de sa langue maternelle, et se réalisent par la répétition et sans réel effort conscient. D'autres connaissances sont issues d'apprentissages complexes, longs, difficiles et coûteux d'un point de vue attentionnel, comme par exemple l'apprentissage de techniques telles que la lecture ou les mathématiques. C'est ce deuxième type d'apprentissage qui a justifié une organisation de notre société visant l'institutionnalisation de l'acquisition des connaissances au sein d'un système académique, allant de la maternelle aux études supérieures.

Cette distinction entre apprentissage implicite et apprentissage complexe peut être abordée dans le domaine de la psychologie cognitive sous différentes approches théoriques. Par exemple, cette distinction peut être considérée sous l'angle des travaux de Kahneman et Tversky qui décrivent les raisonnements analytiques (dits de Type 2) comme étant cognitivement coûteux et requérant donc beaucoup de concentration de la part de l'apprenant. Ces traitements s'opposeraient aux processus cognitifs de Type 1, qui correspondent davantage à un traitement automatisé de l'information grâce à des heuristiques, et qui permettent alors de développer un apprentissage qualifié de surface (1).

Selon Mayer et de manière analogue, les apprentissages complexes résultent d'une phase active de traitement : (i)

sélection des informations pertinentes, (ii) leur organisation (recherche de liens entre les éléments d'information) et (iii) l'intégration des nouvelles connaissances avec celles stockées en mémoire à long terme. Ce processus permet la création et/ou la mise à jour d'un modèle mental qui est utile pour la mémorisation et la restitution du contenu à apprendre, mais qui peut aussi, par transfert, être réutilisé dans des environnements ou situations différentes. Cet apprentissage correspond alors à un apprentissage qualifié de profond (2).

Pendant longtemps la recherche en sciences cognitives s'est principalement attachée à décrire les processus soutenant les apprentissages complexes en se focalisant sur des traitements cognitifs allant de la perception des informations au développement de schémas mentaux. L'intérêt pour les aspects affectifs et leur intégration au sein des modèles décrivant l'apprentissage est relativement récent. La recherche dans le domaine des neurosciences a aussi contribué à la compréhension des mécanismes sous-jacents.

Neuromodulation des apprentissages

D'un point de vue neurobiologique, les mécanismes de l'apprentissage sont largement étudiés aux niveaux moléculaire, cellulaire et cérébral. A la lumière d'études chez les animaux au système nerveux simple, comme l'aplysie ou l'abeille, il est admis que l'acquisition de nouvelles informations ou de nouveaux comportements (ou la modification d'acquis préexistants) dépendent de

systèmes de modulation des circuits au travers de la plasticité neuronale. Dans des modèles anatomiques plus complexes, il est possible de parler de plasticité cérébrale. Notamment, la notion de recyclage neuronal proposée par Dehaene décrit comment des régions cérébrales spécifiques sont ré-utilisées afin d'acquérir de nouvelles compétences, comme la lecture (3).

Cette plasticité fait appel à des neurotransmetteurs modulateurs (e.g., dopamine) et à des circuits spécifiques, comme celui de la récompense, dans des régions telles que l'aire tegmentale ventrale, l'hippocampe ou le noyau accumbens. Ainsi, chez les mammifères, les recherches (4) ont notamment permis de mieux comprendre le fonctionnement du conditionnement animal en soulignant l'importance, lors de l'apprentissage, de stimuli régulateurs (récompense, punition) et d'états affectifs associés (satisfaction, peur).

Structures neurales des émotions

Globalement les émotions peuvent être définies comme un changement d'état impliquant des modifications physiologiques et comportementales. Elles sont associées à des niveaux d'activation (intensité) et de valence (sur un continuum de désagréable à agréable). La recherche a progressivement permis d'identifier les lobes, régions, et noyaux cérébraux dont l'activation est liée à des changements d'états émotionnels. Dans les régions centrales, on retrouve l'amygdale, le noyau accumbens, ou encore les ganglions de la base. Au niveau du tronc cérébral, ce sont de nombreux petits noyaux tandis qu'au niveau cérébral, il s'agit de régions comme l'insula, les zones corticales somatosensorielles ou le cortex préfrontal.

Toutes ces structures cérébrales, qui modulent valence et activation des émotions, entreraient en jeu dans la transmission des signaux internes entre le corps et le cerveau. En jouant un rôle de relais et en aiguillant les signaux, elles permettent de mettre en œuvre des réponses physiologiques et comportementales spécifiques à certaines émotions.

De plus, au niveau cellulaire, Damasio propose qu'il serait aussi possible d'identifier les substrats neuronaux impliqués dans les émotions. Il suggère que la transmission des signaux internes du corps entier (ou stimuli intéroceptifs) liés aux émotions, pourrait se faire en majorité par des neurones non myélinisés, dont le potentiel d'action est plus lent et plus facilement modulable par d'autres signaux, les cellules de Schwann bloquant la modulation axonale comme la transmission

éphaptique¹ (5). Bien qu'encore peu explorée à notre connaissance, il serait plausible d'appliquer l'hypothèse de Damasio à des situations d'apprentissages complexes, lents et impliquant une importante intégration de signaux neuronaux.

Les traces d'activation cérébrales lors de tâches cognitivement complexes ont été explorées chez l'humain avec les techniques d'imagerie. Ces études montrent une bascule d'activation des régions postérieures vers les régions préfrontales au moment de résolution de problèmes de compréhension (6,7). De plus, les résultats suggèrent l'activation de régions préfrontales que l'on sait impliquées dans la régulation des émotions (e.g., cortex préfrontal ventromédian).

Toutes ces structures neurales sont certainement impliquées dans des environnements où les apprentissages complexes sont fréquents, comme le milieu scolaire. Ils peuvent alors s'extérioriser sous la forme d'émotions académiques.

Les émotions académiques

Parmi les émotions qui s'observent dans l'environnement scolaire et universitaire, nous retrouvons : les émotions thématiques (liées au contenu), les émotions sociales (liées aux interactions avec les enseignants et les autres élèves), les émotions d'accomplissement (liées à l'évaluation des connaissances, par exemple lors d'examens) et enfin les émotions épistémiques. Ces dernières sont intéressantes car elles sont directement générées par les processus cognitifs lors d'apprentissages complexes (8).

Lors de séquences d'apprentissage, il a été observé une grande dynamique dans les enchaînements d'émotions épistémiques, qui peuvent se manifester plusieurs fois et pendant des très courtes durées (9). Ainsi, si à un moment, un apprenant rencontre un élément d'information inconsistent avec ses connaissances préalables ou bien avec les autres informations apportées pendant l'activité, il est possible qu'apparaisse un *déséquilibre cognitif* suscitant une émotion s'apparentant à la confusion. La volonté de sortir de cet état affectif désagréable peut produire une motivation et une concentration accrue, créant une opportunité d'apprentissage particulièrement bénéfique. Cependant, si l'apprenant ne réussit pas rapidement à résoudre son incompréhension, il est probable qu'une émotion apparentée à la frustration succède à la confusion, avant enfin l'ennui qui est particulièrement néfaste pour les apprentissages complexes. Au contraire, si l'apprenant

¹ *Ephaptique* : dit d'une transmission mettant en jeu des échanges ioniques entre les neurones de façon longitudinale par opposition à la transmission synaptique. Ce type de

transmission peut influencer la synchronisation et le déclenchement de potentiels d'action.

réussit à résoudre seul son déséquilibre cognitif, l'émotion ressentie peut alors être un sentiment de satisfaction. Ce stimulus interne de récompense active probablement des régions sous-corticales préfrontales et des régions centrales comme les amygdales modulant à leur tour les réseaux neuronaux nécessaires pour rétablir l'équilibre cognitif. Cette modulation par les émotions des traitements cognitifs permet ainsi d'augmenter l'engagement et contribue à la qualité de l'apprentissage. L'expérience vécue de résolution du problème est positive et source d'engagement puisqu'elle pourra ensuite être suivie d'un état de concentration et d'attention intense et dirigée uniquement sur la tâche (état de *flow*). Au point de bascule de ces deux conséquences diamétralement opposées, sur l'apprentissage, la confusion qui tend à apparaître est l'émotion pouvant indiquer la signature affective de la présence d'un déséquilibre cognitif.

Le cas de la confusion dans les apprentissages

Au sein des émotions académiques, la confusion tient donc une place particulière car elle est à l'articulation de deux types d'états affectifs qui impactent directement la séquence d'apprentissage. Le premier état (lié à une résolution de la confusion) est bénéfique grâce à un engagement cognitif plus intense. Au contraire, le second (lorsque la confusion perdure) entraîne la démobilisation de l'apprenant avec l'émergence d'abord de la frustration, puis du sentiment d'ennui. Les seuils de transition de la confusion peuvent ainsi être représentés sous la forme d'une *zone de confusion optimale* (ZCO) (Figure 1).

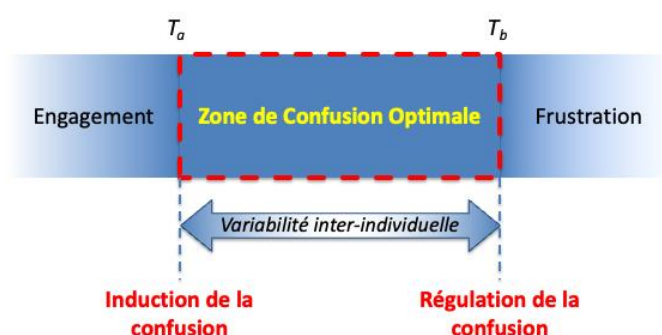


Figure 1 : La Zone de Confusion Optimale et ses seuils de transition T_a et T_b

Dans le but d'améliorer la qualité des apprentissages complexes, il est possible d'agir sur les seuils de la ZCO en induisant, de façon contrôlée, la confusion ou, inversement, de la limiter si elle est trop importante (10). Ainsi, les apprenants naviguent idéalement dans une zone où la confusion ressentie est suffisante pour susciter l'engagement, sans être excessive afin d'éviter le risque de frustration. Par exemple, une enseignante peut poser à ses étudiants une question intrigante dans le but d'éveiller l'engagement mais, si elle perçoit chez un élève

une confusion trop importante, elle pourra aussi le guider vers des éléments de compréhension afin de réduire son niveau de confusion.

Les techniques d'induction de confusion ou, au contraire, les interventions visant à réduire les niveaux de confusion (par exemple à l'aide d'aides ou de *feedback*) sont donc des leviers pédagogiques puissants. Pour améliorer significativement la qualité de l'apprentissage il est important que ces interventions soient réalisées en temps réel, durant la tâche, et individuellement, au gré des besoins de chaque apprenant. Cependant, cette opportunité est conditionnée par la capacité à évaluer, pendant l'activité, les émotions épistémiques.

Pour cela, il existe des pistes comme les mesures auto-rapportées des émotions, l'exploitation de certains marqueurs physiologiques, l'expression faciale ou encore l'analyse des indices corporels et conversationnels. Ces méthodes, bien que pertinentes en laboratoire, sont parfois difficiles à mettre en œuvre concrètement. Cependant, dans les environnements numériques d'apprentissage, une solution prometteuse consiste en l'enregistrement et l'analyse de l'ensemble des interactions (clics, défilement de pages, retours en arrière, etc.) que peuvent réaliser les apprenants (11). Cette discipline, qui consiste à analyser des traces de l'apprentissage (*learning analytics*), pourrait permettre le développement de systèmes automatisés visant à adapter l'environnement d'apprentissage selon les besoins cognitifs et émotionnels des apprenants.

Conclusion

Les états émotionnels ont un rôle central dans les apprentissages complexes. Les structures neuronales liées aux émotions permettent une régulation des circuits impliqués dans les apprentissages. La description des émotions épistémiques et de leur dynamique, en particulier la confusion, permet le développement des interventions pédagogiques visant à mieux accompagner l'apprenant. En outre, l'exposition régulière à la confusion épistémique peut renforcer la confiance à long-terme de l'apprenant en sa capacité à surmonter des difficultés de compréhension (10). Ainsi, l'accumulation de ces expériences peut améliorer durablement les efforts et la persévérance des apprenants face aux nouvelles situations qui déclenchent de la confusion.

naila.even@toulouse-inp.fr
amael.arguel@univ-tlse2.fr

Références

- (1) Kahneman, D. (2011). Thinking, Fast and Slow. Macmillan.
- (2) Mayer, R. E. (2005). The Cambridge handbook of multimedia learning, 41, 31-48.
- (3) Dehaene, S. (2007). Les neurones de la lecture : La nouvelle
- (4) LeDoux, J. E. (1994). Scientific American, 270(6), 50-57.
- (5) Damasio, A., & Carvalho, G. B. (2013). Nature reviews neuroscience, 14(2), 143-152.
- (6) Houdé, O., et al. (2000). Journal of cognitive neuroscience, 12(5), 721-728.
- (7) Houdé, O., et al. (2001). Neuroimage, 14(6), 1486-1492.
- (8) Pekrun, R., et al. (2017). Emotions at School. Routledge.
- (9) D'Mello, S., & Graesser, A. (2012). Learning and Instruction, 22(2), 145-157.
- (10) D'Mello, S., et al. Learning and Instruction, 29, 153-170.
- (11) Arguel, A., et al. (2019). Identifying epistemic emotions from activity analytics in interactive digital learning environments. In J. M. Lodge, J. C. Horvath, & L. Corrin (Eds.), Learning Analytics in the Classroom: Translating Learning Analytics Research for Teachers (pp. 56-67). Routledge.