

Intitulé de l'article :

Processus de construction des connaissances dans les théories d'apprentissage

Souad El Idrissi/s.elidrissi@cndh.org.ma/Tél :0661904424
Faculté des Sciences de l'Éducation-Université MedV
CEDO : Homme-société-éducation
Formation doctorale : Politiques Educatives et Dynamiques Sociales (PEDS)

Résumé

La littérature sur l'apprentissage constitue un domaine riche et complexe de la psychologie et de l'éducation. Au fil des décennies, les chercheurs ont développé un éventail de théories visant à comprendre les processus et les mécanismes d'apprentissage et de changement de comportements. Ces théories offrent des perspectives variées sur les stratégies d'apprentissage des individus, les facteurs qui influent sur leur apprentissage et les méthodes les plus efficaces pour faciliter ce processus. Dans cet article, nous explorerons quelques-unes des principales théories d'apprentissage, en mettant en lumière leurs concepts clés, leurs approches distinctes, leur évolution.

Abstract:

Literature on learning is a diversified and complex domain within psychology and education field. Over the decades, researchers have developed several theories aiming at understanding the underlying processes involved in gaining knowledge, skills, and behaviours. These theories provide various perspectives on learning strategies for individuals, factors influencing learning, and the most effective methods to facilitate this process. In this article, I will explore several key theories of learning, highlighting their core concepts, distinct approaches, and evolution.

Introduction

L'éducation est universellement reconnue comme un pilier de la construction de tout projet sociétal. L'éducation implique la transmission des normes sociales et des connaissances d'une génération à l'autre. Pour réaliser une transmission de connaissances optimale, divers processus sont indispensables. Ils permettent une intelligibilité des situations d'apprentissage. Les recherches portant sur les fondements et les processus de l'apprentissage ont fait objet de débats depuis la création du premier laboratoire de psychologie par Wilhelm Wundt en 1879 (Nicolas,2003). Ces recherches ont donné lieu à une diversité de champs théoriques qui tentent d'expliquer comment les individus acquièrent de nouvelles connaissances et comportements. Ces modèles théoriques constituent les fondements des courants qui sous-tendent les programmes actuels d'enseignement et qui permettent. Il s'agit de quatre courants : le courant béhavioriste qui s'est focalisé sur l'apprentissage par conditionnement basé sur la répétition, cognitivisme qui explique l'apprentissage par les processus mentaux internes, le traitement de l'information, la mémoire, la perception, etc. Le constructivisme quant à lui défend le rôle de l'apprenant dans l'opération de l'apprentissage et soutient l'importance de l'interaction avec l'environnement dans le processus de construction de la connaissance. Le socioconstructivisme développe les concepts de zone proximale de développement, apprentissage dans l'interaction avec autrui. Chacun de ces modèles théoriques se distingue par la place accordée aux éléments qui interviennent dans le processus d'apprentissages, aux rôles des apprenants et des enseignants dans la construction de la connaissance.

Le présent article décrit de manière synthétique les apports et limites de ces théories en cernant les différentes conceptions de l'apprentissage portées par chaque modèle et comment ont-ils évolué pour intégrer la technologisation des systèmes éducatifs.

I. Béhaviorisme

Le béhaviorisme, qui a dominé en Occident des années 1930 aux années 1960, constitue la première tentative théorique visant à comprendre le processus d'apprentissage par l'observation et l'expérimentation empirique des schémas comportementaux. C'est la première théorie d'apprentissage qui a fortement imprégné les systèmes éducatifs. Ce modèle s'intéresse processus de modification du comportement des apprenants par le développement de réflexes résultant de la combinaison entre les stimuli et les réponses réflexes qui sont largement déterminés par l'environnement, indépendamment des mécanismes internes non observables (Good, Brophy,1995).

Ce courant a émergé pour remédier à la domination du modèle transmissif. Les premières réflexions sont associées à John Watson lui-même influencé par les recherches du physiologiste Ivan Pavlov. Les travaux de John Watson sont basés sur le postulat selon lequel les individus sont conditionnés, formés et influencés par leur environnement (Mariné, Escribe 2016). Les béhavioristes partent du principe que les comportements peuvent être conditionnés et modifiés par l'apprentissage et que le changement concerne même la façon d'apprendre (Duchesne et al., 2013). Le processus de conditionnement repose sur la répétition. Le comportement ciblé doit être répété jusqu'à ce qu'il soit intériorisé et exécuté de manière automatique. Le fait de multiplier les répétitions est une forme de conditionnement. Le béhaviorisme accorde une grande importance à la démonstration concrète de la compétence acquise à l'issue du processus de conditionnement.

Les béhavioristes soutiennent également les idées selon lesquelles que dans le processus d'apprentissage les comportements les moins appropriés sont modifiés au fur et à mesure et les conduites les plus adéquates sont maintenues afin d'atteindre progressivement les objectifs d'apprentissage. Une idée qui va évoluer avec Skinner (Skinner,1904-1990) qui va se focaliser

davantage sur la relation entre le stimulus et la réponse pour changer durablement le comportement par le conditionnement opérant (Chekour, Laafou, & Janati-Idrissi, 2015). Un individu acquiert la capacité d'associer un comportement spécifique à un stimulus positif ou négatif, ce qui se répercute sur la probabilité que le comportement persiste ou diminue dans le futur. A partir de cette idée, le behaviorisme va se transformer pour dépasser le raisonnement par le conditionnement classique par le couple stimulus-réponse et proposer une conception de l'apprentissage comme résultat des stimuli provoqué par l'environnement accompagné ou non de renforcement. Les renforcements positifs sont utilisés pour encourager les comportements souhaités, tandis que les renforcements négatifs sont employés pour corriger les erreurs (Carré & Mayen, 2019). L'apprenant modifie son comportement pour s'assurer de l'obtention des récompenses et échapper aux renforcements négatifs. Cette démarche est connue sous le nom du conditionnement opérant que Skinner distingue du conditionnement répondant de Pavlov.

Dans le conditionnement répondant, un stimulus provoque une réponse, tandis que dans le conditionnement opérant, une réponse est renforcée en manipulant les contingences. Par conséquent, il se concentre sur la réponse désirée aux stimuli. La théorie du conditionnement opérant de Skinner trouve une forte influence dans les travaux du psychologue Edward Thorndike sur la loi de l'effet, selon laquelle les actions aboutissant à des conséquences favorables ont tendance à être reproduites, tandis que celles aboutissant à des conséquences indésirables sont moins susceptibles de l'être. Selon le même raisonnement, les essais et les erreurs favorisent l'apprentissage dans la mesure où ils contribuent à réduire la probabilité que les comportements qui n'aboutissent pas à un résultat positif se reproduisent. Tandis que pour Skinner, il n'y a que la réponse correcte qui contribue à l'acquisition d'une nouvelle conduite (Depover et al., 2007). A partir de cela, Skinner a critiqué l'enseignement classique qui s'appuie principalement sur les renforcements négatifs en suggérant le recours aux renforcements positifs pour un apprentissage plus fructueux car l'apprentissage se réalise à partir du moment où le stimulus-réponse devient autonome, lorsque l'élément de renforcement disparaît mais que l'action continue (Depover et al., 2009).

Dans la conception béhavioriste de l'apprentissage le rôle de l'enseignant consiste à définir un objectif pédagogique observable, mesurable, quantifiable, (Carré & Mayen, 2019 ; Depover et al., 2009), l'apprenant quant à lui écoute et tente de reproduire ce que l'enseignant lui transmet. L'apprenant intériorise l'information qui lui est transmise afin de la répliquer. L'éducateur est appelé alors à utiliser une variété de stimuli, les modifiant ou les combinant, afin d'inciter les apprenants à construire leurs connaissances, à réfléchir et à utiliser différentes stratégies d'apprentissage. Il est important que l'éducateur puisse présenter aux apprenants les stimuli appropriés au bon moment, ainsi que les interventions nécessaires pour aider ceux qui ont du retard à rattraper et à atteindre le niveau d'assimilation requis. Selon cette approche, les apprenants sont assimilés à une boîte noire, une métaphore qui donne l'idée de représenter quelque chose d'impossible à explorer (Good et Brophy, 1990). Les éléments qui entrent dans cette boîte noire et celles qui en sortent sont susceptibles d'être quantifiés, les opérations mentales qui se produisent à l'intérieur ne sont pas considérées importantes.

John Watson critiquait vivement le manque de rigueur scientifique qu'il percevait dans la psychologie qui tentait de comprendre les états intérieurs ou les sentiments à travers des méthodes subjectives d'introspection. Watson soulignait que, puisque ces états n'étaient pas directement observables, ils ne pouvaient pas être étudiés de manière scientifique (Pritchard, 2013 ; (Staddon, 2001). Il confirme que l'expérimentation contrôlée, selon le modèle stimulus-réponse, est la meilleure méthode qui permet d'acquérir et de construire la connaissance et de façonner le comportement. Le béhaviorisme explique ainsi le comportement comme étant le résultat de ses antécédents (Watson, 1913).

A côté de ses réflexions sur le rôle crucial des conséquences dans le façonnement du comportement en mobilisant la pédagogie par objectifs, Skinner a contribué également à développer les pédagogies d'enseignement novatrices. Les méthodes pédagogiques influencées par le béhaviorisme de Skinner ont jeté les bases des premières applications numériques de l'enseignement programmé. Il considère que l'utilisation des outils technologiques est susceptible de favoriser le recours aux renforcements positifs (Skinner, 1958) et c'est dans cette perspective qu'il a mis en exergue le potentiel éducatif des « teaching machines » initialement développées par Pressey (1926)¹, qui peuvent être employées pour créer des environnements d'apprentissage contrôlés et individualisés. Les concepts de renforcement et de rétroaction avancés par Skinner ont été appliqués à la conception de logiciels éducatifs interactifs qui reposent sur des réponses correctes et des rétroactions immédiates, représentant ainsi l'un des premiers modèles d'utilisation de la technologie numérique pour l'apprentissage (Depover et al., 2009).

Les principes du béhaviorisme ont été également largement repris en e-learning. Les chercheurs et concepteurs modernes d'apprentissage numérique s'appuient sur une gamme de perspectives béhavioristes pour créer des expériences d'apprentissage en ligne. Steven Shorrock et Claire Williams ont examiné les principes behavioristes dans le contexte de la conception d'interfaces utilisateur et d'expériences utilisateur numériques dans leur article « Human Factors and Behavior Change in Crisis Response Systems » (Shorrock et Williams 2016).

En somme, les réflexions engendrées par la pensée béhavioriste offre des outils puissants pour comprendre et influencer le comportement dans des contextes aussi variés qu'une classe, plateforme de formation en ligne ou le milieu professionnelle en rapport avec l'atteinte d'objectifs spécifiques. Il convient de souligner que, bien que pertinente dans de nombreux cas et reste particulièrement persistante (Bransford et al. (2006), puisqu'on retrouve encore son esprit dans certaines méthodes de formation, il faut dire que cette réflexion a ses limites et ses aspects contestables. De prime abord, le statut de l'apprenant récepteur est considéré comme limitant. C'est une approche passive où l'enseignant est considéré comme étant le seul à pouvoir transmettre un savoir, l'orienter et le contrôler (Freeman et al., 2014). Cette posture n'encourage pas les apprenants à établir le lien entre les connaissances acquises et la signification de ce qui est appris et ne prend pas suffisamment en compte de la différence dans les attitudes des apprenants à apprendre. De surcroît, la méthode d'enseignement proposée accorde peu d'espace à la réflexion.

Ces limites concernent également l'enseignement numérique. L'approche behavioriste appliqué au digital learning peut s'avérer efficace lorsqu'il est question d'initier l'apprenant aux dispositifs numériques à travers des exercices qu'il peut faire et refaire (Bourdat, 2012). Par ailleurs, cette approche montre vite ses limites car l'apprenant devient un simple exécutant et non acteur de son propre apprentissage, ce qui est pourtant essentiel notamment pour les apprenants adultes. Pour l'enseignement à distance, la l'approche basé uniquement sur la conception béhavioriste s'avère insuffisante sur le long terme (El Bouhdidi, 2013).

Le behaviorisme se focalise davantage sur les facteurs externes telles que les récompenses et les punitions pour expliquer la motivation des apprenants à effectuer des tâches qu'ils pourraient ne pas trouver intrinsèquement intéressantes ou gratifiantes. Cette démarche ne les incite pas à aimer apprendre car la motivation intrinsèque, qui découle du plaisir de réaliser une tâche en elle-même, sans besoin de renforcement externe, conduit les apprenants à s'investir plus le processus d'apprentissage (Ryan & Deci, 2017).

¹ Pressey a développé dans les années 1929 les premières machines dans le but d'aider à l'apprentissage individuel. Les teaching machines étaient des appareils qui présentaient des exercices aux étudiants et donnaient ensuite des rétroactions immédiates sur leurs réponses. C'était une tentative précoce d'automatiser une partie du processus d'enseignement.

Bien que l'évolution du paradigme béhaviorisme a tenté de renouveler et enrichir la conception initiale pour les adapter aux nouvelles technologies, le béhaviorisme continue à défendre des programmes qui reposent esseulement sur les mems principes de base (Bergan,1990, Gagné et ali, 1992). Il continue à négliger les processus cognitifs en œuvre dans le traitement des informations nouvelles et dans la construction de nouvelle connaissance, ce qui entraine chez certains enseignants une confusion entre information et connaissance, une confusion qui s'accentue davantage avec le développement des nouvelles technologies éducatives (Hoover, 1997).

II. Le cognitivisme

Le Cognitivisme a émergé dans les années 1950 en réaction aux idées du béhaviorisme. Emané de plusieurs domaines scientifiques informatiques, psychologiques, neurosciences, il fut le paradigme dominant des sciences cognitives (Steiner,2005). La première révolution du cognitivisme par rapport aux approches qui le précède, notamment le béhaviorisme, est le fait de que l'apprentissage passe par une représentation mentale des concepts et de l'environnement physique. Le propos des cognitivistes se distingue par l'étude scientifique des comportements intelligents (Launay, 2004) en reconnaissant l'existence et la spécificité des états mentaux considérés par les béhavioristes non scientifiques car pour eux les activités mentales ne peuvent pas être observées et quantifiées.

La réflexion cognitiviste s'inscrit dans le principe selon lequel les comportements sont stimulus-free, dépendant des croyances, des perceptions et des représentations du monde dans l'esprit. Une réflexion qui reconnaît l'existence des mécanismes mentaux interne expliquant le processus de construction du Bakground en mettant en évidence le fonctionnement interne du cognitif qui oriente les pensées et les actions, chose que le béhaviorisme rejetait de manière catégorique (Chomsky, 1959). En 1956, le Psychologue cognitif Gorge Miller dans son article « Le nombre magique 7 plus ou moins »² a mis en évidence les capacités de l'esprit humain qui ne se limite pas à l'enregistrement des données transmises, mais qui en même temps possèdent des limites en termes de mémorisation, puisque la mémoire humaine ne peut être comparée à un réceptacle vierge comme le supposait le béhaviorisme dans lequel viennent se stoker les informations.

Les propriétés objectives du monde ne suffisent pas à expliquer et à comprendre le comportement humain. Il est crucial de considérer façon dont le monde est perçu et interprété dans l'esprit humain. Cela demande de reconnaître le rôle des représentations mentales en tant qu'intermédiaires entre la perception sensorielle et les comportements observables. Fondamentalement, le cognitivisme adopte une approche antiréductionniste en plaidant en faveur de la prise en compte de l'interprétation et des représentations internes pour expliquer le changement du comportement (Shmoski cité in Steiner,2005). Ce raisonnement est construit sur l'analyse des processus internes qui sont à l'origine des conduites et de la construction des connaissances ainsi que la compréhension.

Appliqué à l'éducation, le cognitivisme s'intéresse aux processus mentaux à l'œuvre dans l'apprentissage scolaire. En partant du principe que les apprenants ne sont pas des êtres-réflexes, mais plutôt des êtres qui reçoivent, interprètent et mémorisent les données, le cognitivisme a

² L'article intitulé "Le nombre magique sept, plus ou moins deux : quelques limites à nos capacités de traitement de l'information" (Miller, 1956) est l'un des articles les plus cités en psychologie. Publié en 1956 par le psychologue cognitif George A. Miller de l'université Harvard, cet article paru dans la revue Psychological Review soutient que le nombre d'objets qu'un être humain moyen peut retenir dans sa mémoire à court terme est d'environ 7, avec une marge d'erreur de plus ou moins 2. Cette constatation est connue en sciences cognitives sous le nom de Loi de Miller

développé une perspective basée sur des conceptions nouvelles de l'apprentissage basées sur la résolution des problèmes, le traitement d'information, la perception, la mémoire, la modélisation mentale et les stratégies cognitives, etc. (Holland et al. 1987, Anderson, 1983 ; Bovet et al. 1996 ; Gardner, 1987). Les fondateurs du cognitivisme, notamment Jean Piaget, Gagné Ausubel et Lev Vygotsky ont basé leur réflexion sur le postulat indiquant qu'il est possible de concevoir les facultés cognitives humaines comme un système de traitement de l'information. Ils ont identifié ainsi les opérations mentales considérées déterminantes dans la construction des connaissances, en apportant des explications à la structure de la pensée humaine et la façon qu'ont les humains de comprendre le monde.

En s'inspirant des réflexions de ses prédécesseurs, Gagné (1974) développe un modèle qui présente les étapes du traitement de l'information de la réception des stimuli à l'émission d'une réponse. Il s'agit d'une série d'opérations internes nécessaires pour percevoir, choisir et enregistrer des informations. Les générateurs de réponse prolongent le traitement de l'information dans la mémoire à court terme ce qui permet de produire une réponse. Les effecteurs quant à eux se chargent d'émettre la réponse aux stimuli initiaux.

Les réflexions associées au cognitivisme s'intéressent non seulement à la façon dont les individus construisent et organisent leur compréhension du monde, mais aussi à leur capacité d'adaptation. Une faculté réside essentiellement dans la capacité d'apprendre de nouvelles connaissances depuis la naissance jusqu'à la vieillesse. L'apprentissage est plus efficace lorsque de nouvelles informations sont reliées à des connaissances constituées antérieurement dans les schèmes cognitifs de l'apprenant Vygotsky (1930, 1934, 1978).

Ausubel quant à lui identifie deux catégories d'apprentissage : l'apprentissage par mémorisation mécanique et l'apprentissage significatif. L'apprentissage significatif fait appel à des stratégies cognitives qui favorisent l'appropriation et la connexion entre les concepts, ce qui peut aider les apprenants à mieux assimiler et à retenir l'information. Dans l'apprentissage significatif, les nouvelles connaissances sont intégrées de manière logique et cohérente dans les schémas cognitifs de l'apprenant, ce qui facilite leur compréhension et leur rétention à long terme (Ausubel, 1963,1967,1978).

Neisser a contesté le modèle de l'apprentissage comme opération passive où l'apprenant ne joue pas un rôle actif pour obtenir et comprendre l'information. Il a défendu le postulat selon lequel l'acquisition des connaissances dépend essentiellement de la manière de percevoir et sélectionner activement les stimuli. Cela a contribué à l'idée que l'attention est une composante cruciale du processus d'apprentissage (Neisser 1976).

L'analyse de l'apprentissage dans le cadre du cognitivisme, centrée initialement sur les activités mentales, a été faite indépendamment des facteurs émotionnels, corporels, sociaux ou historiques. Cependant à partir des années 1990, le cognitivisme commence à intégrer dans ses recherches les dimensions biologiques et affectives et les conditions sociales et culturelles de la connaissance (Lave, 1991). Bruner (1998) critique l'approche qui se limite aux processus mentaux en soulignant l'importance de tenir compte de la dimension culturelle et sociale de l'apprentissage (Bertrand ,1998). Bandura (1973 ,1977) estime que l'observation et l'imitation des comportements des autres sont également des méthodes qui favorisent le développement de l'apprentissage.

Parallèlement à la stratégie d'apprentissage, le cognitivisme a mis également en évidence les stratégies d'enseignement en utilisant parfois la formulation de « stratégie d'enseignement-

apprentissage » pour englober ces deux aspects (Tardif, J. 1992). L'évolution de cette réflexion a conduit à l'émergence de la stratégie métacognitive permettant aux apprenants d'autoréguler leurs propres processus cognitifs. C'est une méthode à travers laquelle les apprenants intègrent et mémorisent les connaissances qu'on leur enseigne (Weinstein, Mayer 1986.). La prise de notes en classe, l'évaluation de leurs propres compétences, et la régulation des stratégies cognitives sont des exemples de l'application de la stratégie métacognitive. Cette stratégie implique une prise de conscience et de contrôle sur les méthodes utilisées pour traiter l'information, évaluer leur efficacité, et apporter des ajustements en conséquence (Christian Bégin, 2008).

En somme, la perspective cognitiviste présente un cadre théorique complet pour appréhender les processus d'apprentissage en mettant en lumière les mécanismes mentaux impliqués, notamment les capacités cognitives liées au traitement de l'information. Cependant, cette perspective va au-delà de cette seule dimension. Une évolution majeure dans le courant cognitiviste concerne la manière dont les représentations mentales sont décrites, tant sur le plan physique que sur celui de l'information, sous forme de symboles. Cette approche suggère la possibilité de décrire le fonctionnement complexe de l'esprit humain et de reproduire l'intelligence cognitive à l'aide de dispositifs informatiques. Deux notions centrales émergent : celle de la représentation symbolique et celle du traitement de l'information qui ont conduit au développement de l'intelligence artificielle (Steiner 2005).

Les psychologues cognitivistes se sont constamment inspirés des modèles informatiques. Ils ont tenté d'explorer le fonctionnement de l'esprit humain en comparant celui-ci au système informatique, tandis que les informaticiens cherchent à concevoir des dispositifs capables d'imiter comportement intelligent. Les cognitivistes cherchent à émuler l'intelligence cognitive humaine à travers des moyens artificiels. Dans le domaine informatique, cela a engendré des progrès notables donnant au développement des applications tels que les nouveaux environnements de programmation et les systèmes experts (Kayser,1992). C'est précisément en s'inspirant des modèles de représentation des connaissances utilisés en informatique qu'Anderson (1983, 1985, 1993) a élaboré son architecture du système cognitif humain qui a suscité un vif intérêt dans la psychologie cognitive (Désilets 1997).

Cette approche computationniste l'intelligence est fondamentale pour le cognitivisme, car elle suggère que l'activité cognitive pourrait d'être réalisé par un dispositif matériel. L'expression d'un comportement intelligent est susceptible d'être formalisé par un langage formel, offrant la possibilité de manipuler les symboles. Comme en informatique, où l'on distingue le matériel et le logiciel. Le matériel est ici le système nerveux, et le logiciel désigne les opérations mentales. L'esprit peut ainsi être assimilé lui-même à une machine computationnelle (Putnam,1960).

Cette conception computationniste a influencé les technologies éducatives montrant la manière dont les apprenants traitent l'information, apprennent et résolvent des problèmes. L'utilisation de systèmes intelligents qui s'adaptent aux besoins individuels des apprenants, en tenant compte de leurs compétences et de leurs styles d'apprentissage, reflète les idées du cognitivisme. La théorie cognitiviste fournit des cadres conceptuels et des modèles pour comprendre comment concevoir efficacement des environnements d'apprentissage numériques afin de maximiser leur efficacité pour les apprenants (Chaptal,2003). Le développement des systèmes intelligents d'apprentissage tel que « les systèmes tutoriels intelligents 3» et l'apprentissage adaptatif qui ont remplacé les machines d'enseignement classiques (CAI : Computer Assisted Instruction)⁴

³ Les systèmes tutoriels intelligents (STI) sont des environnements d'apprentissage informatisés qui visent à imiter le comportement d'un tuteur humain dans ses capacités d'expert pédagogique et d'expert du domaine.

⁴ Le CAI (Computer Assisted Instruction), également connu sous le nom d'instruction assistée par ordinateur, est une méthode d'enseignement qui utilise les ordinateurs pour assister les apprenants dans le processus

qui sont des programmes informatiques faisant partie des systèmes experts⁵, a été inspirés des idées cognitivistes (Cavalier & Klein, 1998), Ces dispositifs créent des environnements d'apprentissage informatisés offrant des expériences interactives et personnalisées en fournissant des rétroactions immédiates, tout en étant alignées avec les principes cognitivistes de l'apprentissage actif, basé sur l'acquisition des connaissances et la résolution des problèmes (Casey,1996). Les travaux des cognitivistes ont ainsi largement inspiré les outils pour améliorer les capacités et processus de traitement de l'information (Exp : environnement Logo). Des recherches qui ont enrichi également les études sur les modèles mentaux (Johnson-Laird, 1980, 1983), donnant lieu à la création de multimédias interactifs comme outils cognitifs (Jonassen, 1999). L'évolution numérique a rendu donc possible les interactions entre les apprenants et les machines aidant à la réflexion et l'apprentissage (Jonassen, 1995 ; Kozma, 1991 ; Salomon, 1979).

Ce modèle computationnel de l'activité cognitive définissant l'être humain comme une vaste centrale de traitement de l'information a été largement critiqué par sa tendance à réduire la dimension humaine de la personne (Varela ; Rosch Thompson, 1993 cité in Boudon 1996). Cette discipline est souvent décrite comme fortement centrée sur le processus de cognition qui concerne l'aspect matériel du cerveau humain sans prendre en compte les aspects affectifs tels que l'intérêt, la motivation et les objectifs, pourtant des dimensions essentielles dans le processus d'apprentissage.

De surcroît, une des principales limites de ce modèle est le fait qu'il ne propose pas un modèle pédagogique suffisamment élaboré (Haton, 1992). En effet pour utiliser les outils cognitifs développés, il est crucial de théoriser leur intégration dans le fonctionnement cognitif des apprenants (Jonassen, Reeves (1996). Sans cette théorisation, ces outils pourraient servir de simples dispositifs techniques sans réelle influence sur les pratiques pédagogiques (Salomon, Perkins & Globerson, 1991). Bien qu'ils puissent aider à surmonter certaines contraintes en termes d'apprentissage, ils peuvent générer de nouvelles complexités liées à leur utilisation. Pour appréhender les effets de ces outils et les obstacles qu'ils peuvent poser, il est nécessaire de s'appuyer sur des modèles de fonctionnement cognitif des apprenants et d'analyser les contextes et conditions d'utilisation et les modalités d'usage qui influencent et transforme ces modèles (Jonassen,1994). Or, les cognitivistes tendent à simplifier excessivement les processus mentaux en les représentant par des symboles et des règles formelles, ce qui peut ne pas refléter la complexité réelle de la cognition. Ces limites ont ouvert la voie à l'émergence de d'autres approches alternatives dans la modélisation cognitive, telles que le connexionnisme qui cherche à surmonter ces défis en mettant la lumière sur la distribution de l'information, l'adaptabilité, la gestion de l'incertitude et la robustesse face aux erreurs.

Contrairement aux approches symboliques du cognitivisme, le connexionnisme privilégie une représentation distribuée des connaissances, où l'information est stockée dans les connexions entre les unités (Smolensky, 1986). Les connexionnistes remettent en question l'hypothèse du fonctionnement du cerveau essentiellement sur la base de règles symboliques et de

d'apprentissage. Il est apparu dans les années 50. Les CAI ont vu le jour avec le principe de programmation linéaire : l'instruction est programmée sous forme d'étapes servant à guider l'apprenant vers un but précis (Omar Krichen, 2021)

⁵ Ensemble de logiciels dont les capacités de résolution de problèmes nouveaux dans un domaine donné sont assimilables à celle d'un expert humain spécialiste. Le premier système expert fut Dendral en 1965, créé par les informaticiens Edward Feigenbaum, Bruce Buchanan, le médecin Joshua Lederberg et le chimiste Carl Djerassi. Il permettait d'identifier les constituants chimiques d'un matériau à partir de spectrométrie de masse et de résonance magnétique nucléaire, mais ses règles étaient mélangées au moteur. Il fut par la suite modifié pour en extraire le moteur de système expert nommé Meta-Dendral.

manipulations séquentielles de symboles. Au lieu de cela, ils mettent en avant l'idée que l'esprit fonctionne de manière distribuée et parallèle à travers un réseau de neurones interconnectés (Bengio et al., 2007). Ils critiquent également l'approche modulaire des cognitivistes qui consiste à considérer l'esprit comme étant composé de modules spécialisés pour différentes fonctions cognitives (Rumelhart, McClelland, 1986 ; Smolensk, Jordan 1986). Les connexionnistes soutiennent plutôt que les processus cognitifs émergent de manière dynamique à partir de l'interaction complexe des fonctions responsables de traitement de l'information dans le cerveau.

Cette approche offre une flexibilité pour traiter des données complexes et s'adapte bien à la modélisation de la cognition humaine. Les modèles connexionnistes ont fortement influencé les systèmes d'apprentissage automatique pour réaliser des tâches telles que la classification, la reconnaissance de motifs, la prédiction et la génération de contenu. Les méthodes proposées dans le cadre de ce modèle ont été utilisées également pour développer des systèmes d'apprentissage adaptatif qui s'ajustent pour répondre aux besoins chaque apprenant, offrant ainsi une expérience d'apprentissage plus personnalisée et efficace (Leeman, Brown, Seely, 1988)

III. Constructivisme

Le constructivisme se décline en deux grandes versions. La première, connue sous le nom de constructivisme cognitif, trouve ses fondements dans les travaux de Piaget (1896-1980). La seconde, appelée socioconstructivisme ou constructivisme social, s'appuie sur les contributions théoriques de Vygotsky (1896-1934) et de Bruner (1975-1996). Ces approches ont apporté une nouvelle perspective sur la manière de comprendre l'apprentissage et la connaissance, s'opposant aux approches qui les ont précédé qui portaient une vision de la connaissance et la culture comme étant une accumulation d'informations que l'on stock en mémoire, que l'on transmet à travers une éducation qui mobilise des méthodes pédagogiques verticales, notamment celle du béhaviorisme qui réduisait l'apprentissage à une simple association entre une stimulation et une réponse considérant l'esprit humain comme une boîte noire. Les constructivistes défendent l'idée qu'on peut obtenir une meilleure compréhension de l'apprentissage en cherchant à saisir ce qui se déroule à l'intérieur de cette boîte noire.

Selon l'approche constructiviste, les apprenants sont responsables de construire leurs connaissances par le biais d'activités cognitives et mentales. L'apprentissage se réalise dans l'interaction entre le savoir et l'environnement en s'appuyant sur les représentations qu'ils ont sur cet environnement et qui façonnent leur perception de la connaissance (Delandsheere, 1992). La connaissance ne se résume pas à un reflet de la réalité telle qu'elle est, mais plutôt en une construction active de cette réalité puisque la compréhension du monde est fondée l'interprétation de l'apprenant construite sur la base de ses expériences antérieures (Rogers, 1969). Plutôt que de se contenter d'absorber l'information de manière passive, la réflexion constructiviste appelle à se focaliser davantage sur l'apprenant que sur l'enseignant en l'encourageant à se forger ses propres conceptualisations et à réfléchir aux réponses aux situations problématiques qu'il affronte en mobilisant la réflexion et l'activité mentale. Elle vise à développer au maximum l'autonomie de l'apprenant puisqu'il est l'acteur principal de son parcours d'apprentissage. L'idée sous-entendue est que la connaissance peut être transmise aux apprenants, mais la compréhension ne peut pas l'être, elle doit émerger de l'intérieur.

Selon Piaget, l'évolution de la connaissance se produit par une adaptation des schèmes de pensée aux nouvelles situations d'apprentissage à partir d'éléments et représentations provenant des expériences antérieures. La compréhension résulte d'un processus en constante évolution où les

apprenants utilisent leurs connaissances antérieures comme un socle sur lequel de nouvelles connaissances peuvent s'établir, créant ainsi de nouvelles notions du monde. Au fil des expériences et l'interaction avec l'environnement, la composition des structures mentales se complexifie et évolue constamment (Duit, 1999). Pendant la formation, les apprenants construisent leurs propres interprétations des informations qui leur sont présentées. Ils les situent dans le contexte de leurs propres expériences et évaluent les nouvelles informations en fonction de leurs connaissances antérieures sur le monde. Ensuite, ils peuvent ajuster leur point de vue en fonction des nouvelles informations ou les rejeter s'ils les jugent non pertinentes. Les schémas mentaux, qui organisent ces connaissances, évoluent et se complexifient grâce à de nouvelles expériences et interactions avec l'environnement. Ainsi, plus un individu connaît, plus il est en mesure d'apprendre, car chaque acquisition enrichit son potentiel d'assimilation future. En résumé, l'apprentissage est un processus interactif et dynamique où le savoir précédemment acquis contribue de manière cruciale dans la création de nouvelles perceptions du monde. Deux processus fondamentaux sous-tendent cette adaptation : l'assimilation, où l'apprenant appréhende son environnement et l'intègre à son système cognitif existant, et l'accommodation, où le système cognitif subit des transformations pour intégrer l'expérience concrète du monde extérieur (Delandsheere, 1992). Ces différentes séquences de processus et d'opérations jouent un rôle essentiel dans la formation et le développement de systèmes cognitifs.

Le projet de la théorie piagétienne, une théorie de développement de l'intelligence, est d'expliquer le processus par lequel s'accumule et se transforme progressivement les structures de raisonnement et de pensée qui caractérisent l'intelligence humaine aux différentes phases de la vie (Fournier, 2009). Une idée qui suppose que l'intelligence humaine dispose de mécanismes internes qui l'incite à réorganiser ses savoirs dans le sens d'une meilleure adéquation au réel (Montangero, Maurice-Naville, 2019). Pour expliquer ce phénomène, Piaget mobilise un mécanisme fondamental qui est le modèle de d'équilibration (Ducret, Cellérier, 2007). Ce mécanisme, qui a été proposé initialement pour rendre compte du développement de l'intelligence, a été généralisé pour le déployer dans tout système cognitif capable de s'organiser et se transformer, ce qui entraîne une augmentation de ses mécanismes d'assimilation et de mutation. Ce modèle illustre les perspectives piagésiennes fondamentales qui attribue un rôle structurant aux activités mentales dans la dialectique entre l'apprenant et le domaine de la connaissance (Chalon- Blanc, 1997).

Par ailleurs Piaget n'accorde qu'une place secondaire à l'apprentissage dans l'interaction sociale, contrairement à Vygotsky et Bruner qui présentent une vision socio-constructiviste de l'apprentissage explorant les diverses facettes de l'interaction sociale et qui ont réussi à repenser son rôle dans le processus de construction des connaissances. Selon cette perspective, l'apprentissage se fait par la construction des connaissances avec autrui dans un contexte social. L'acquisition des connaissances est perçue comme le produit des activités sociocognitives liées aux échanges didactiques entre les apprenants et l'enseignant et entre les apprenants entre eux. L'appropriation des connaissances découle des rapports sociaux par l'intermédiaire du langage et la culture (Buchs et al. 2008).

C'est ainsi que Ley Vygotsky va développer le concept de la zone proximal de développement (ZPD). L'un des principaux concepts clé du socioconstructivisme qui représente le niveau de compétence qu'un individu peut développer grâce à l'assistance d'un enseignant ou d'un pair. Il s'agit donc de la différence entre, d'une part, la capacité à résoudre un problème seul et, d'autre part, la capacité d'y parvenir grâce à d'appui (Martin & Savary, 2008 Sheneuwly, B et Bronckart, 1985). Ce modèle présente un avantage majeur en mettant l'accent sur les activités collaboratives des apprenants à condition que l'enseignant dispose de la capacité de créer les conditions qui s'y prêtent, ce qui peut s'avérer difficile en fonction du contexte d'enseignement dans lequel il pratique. Cette approche met en lumière l'importance de l'environnement social

et culturel dans le processus d'apprentissage. En dépit du fait que la construction de la connaissance soit une démarche personnelle, elle se réalise toujours au sein d'un contexte social. En effet, l'apprenant n'évolue pas en étant isolé, il est constamment influencé par son environnement et les interactions avec autrui façonnent le développement de ses connaissances.

La réflexion de Vygotski s'est distinguée par la démarcation qu'il a établi entre les connaissances que l'apprenant forge de manière spontanée et inconsciemment à partir de ses propres expériences, et les connaissances scientifiques qui ont été forgées collectivement sur une longue période qu'un enfant ne puisse construire seul lui-même sur une courte période. Les apprenants assimilent les concepts scientifiques de diverses façons. En premier lieu, les enseignants transmettent les concepts scientifiques sous la forme de définition claires et générales. Ainsi, les enfants ne les associent que progressivement à des expériences concrètes, à la différence de la construction des concepts spontanés. En outre, l'apprentissage des concepts scientifiques est conscient et volontaire, contrairement aux concepts spontanés dont l'appropriation demeure inconsciente.

La théorie constructiviste de Bruner (1966,1986, 2008), en mettant le focus sur le langage, appuie la réflexion de Vygotski en affirmant que l'acquisition des connaissances se fait via un processus actif dans un contexte social et culturel. Son approche interactionniste repose sur l'idée qu'il ne peut y avoir d'apprentissage en dehors de la socialisation. C'est ainsi que l'idée d'un individu développant des compétences langagières particulières a été progressivement remplacée par celle d'un locuteur qui interagit avec d'autres interlocuteurs et s'approprie ainsi progressivement les capacités de communication au sein du groupe (Mondada et al.2000). Les études menées à partir de cette perspective démontrent que ce sont les échanges entre les paires ou entre enseignant apprenant qui détermine l'apprentissage.

John Dewey (1859-1952), quant à lui, développe une approche d'apprentissage appelée « learning-by-doing » où l'apprenant va développer un savoir nouveau en partant d'une situation réelle. L'enseignant s'assure que les compétences enseignées dans les programmes sont mises en œuvre et que les situations d'apprentissage répondent à l'intérêt des apprenants. Il considère l'apprentissage comme un processus qui se construit sur la base des expériences actives et pratiques. A partir de là, les apprenants sont appelés à contribuer activement à l'opération éducative. Les principes d'enseignement développés par Dewey se fondent sur l'apprentissage dans un cadre d'activité libre plutôt que dans un cadre de discipline contraignante. L'apprenant ne se contente pas de se représenter le phénomène à comprendre, il est encouragé à critiquer et à réfléchir sur ses expériences, à poser des questions et à résoudre activement des problèmes.

Selon Dewey, l'éducation ne consiste pas en une succession d'étapes distinctes, mais plutôt un processus qui dure toute la vie et une adaptation constante aux nouvelles situations. Il a défendu une vision de l'éducation qui prépare les individus à participer activement à la démocratie en pensant que l'éducation devrait encourager la citoyenneté active et la prise de décision. Il a également préconisé une approche interdisciplinaire de l'éducation, où les matières ne sont pas dispensées de façon isolée, mais intégrées de manière imbriquée dans le programme. La philosophie de l'éducation de Dewey a eu une influence durable sur de nombreux aspects de l'éducation moderne, en mettant en avant l'apprentissage dynamique interactif, la réflexion critique, la collaboration, etc. Ses idées ont contribué à l'émergence de l'éducation progressiste et de l'apprentissage expérientiel dans les écoles et les institutions éducatives (Dewey, 2019).

Les apports des travaux du constructivisme dans le domaine de l'apprentissage par l'interaction sont incontestables. Ils ont expliqué que les apprenants développent leur propre compréhension du monde cumulant la connaissance par le biais de processus réflexifs et analytiques et d'un traitement mental conscient et continu. Centré sur l'apprenant, le constructivisme vise à rendre

autonome l'apprenant dans son contexte d'apprentissage en préconisant le développement et l'épanouissement de l'apprenant-personne. Les séminaires, les forums de discussion, le travail en groupes et les projets collaboratifs soutiennent cet apprentissage actif. De la même manière, dans l'apprentissage en ligne, les méthodes constructivistes comme l'apprentissage collaboratif offrent aux apprenants la possibilité d'interagir et de co-construire leurs connaissances dans un environnement virtuel (Dois, Mgny,1997). Les technologies numériques offrent en général des outils interactifs qui permettent aux apprenants de manipuler activement l'information. Par exemple, les simulations informatiques permettent aux apprenants d'expérimenter des phénomènes complexes, ce qui favorise la construction de leur compréhension.

En ce qui concerne les technologies éducatives, le constructivisme semble également être prometteur en encourageant les nouvelles pratiques qui introduisent les dimensions numériques (Ertmer,1999, Sandholtz et ali., 1997). La conception constructiviste se focalise sur l'implication active des apprenants dans la construction de leur apprentissage, que ce soit en présentiel ou en ligne. En effet, les technologies éducatives sont abordées de manière différente par les approches constructivistes de l'enseignement car elles reconnaissent la complexité et la plasticité du cerveau humain par rapport aux informatiques (Steffe et Gale, 2012). L'apprentissage nécessite la mobilisation des caractéristiques intrinsèques à l'humain tels les valeurs, la motivation et l'émotion, ce qui les distinguent du fonctionnement des dispositifs numériques. Selon les constructivistes, il est préférable que les informaticiens développent des logiciels éducatifs qui reflètent davantage les réalités humaines plutôt que de les limiter dans le champs restreint de la programmation. Les technologies éducatives constituent une force potentielle de changement dans les modalités d'enseignement de par leur capacité à créer de nouvelles situations d'apprentissage qui exigent d'accéder et de traiter un contenu d'une manière plus interactive (Depover, Giardina, Marton 1996).

Même s'elles sont applicables dans divers domaines, les approches constructivistes sont généralement privilégiées dans les sciences humaines et sociales dans les sciences pédagogiques, où les dimensions réflexives et interprétatives de l'apprentissage sont mises avant. Le constructivisme est actuellement connu comme l'une des approches prédominantes dans le champ de la didactique des sciences (Mattheuws,1997). Cette approche révolutionnaire incarne un changement radical, offrant une nouvelle perspective dynamique sur la manière dont les apprenants construisent activement leur compréhension du monde qui les entoure.

Conclusion

Ce rappel des théories qui ont été développées au fil des décennies pour appuyer les pratiques pédagogiques des principes et des outils à même de les aider à améliorer les modalités d'enseignement, a permis de relater aussi leur évolutions conceptuelles et pratiques. Au fil du temps, les théories d'apprentissage ont connu une évolution significative, reflétant les avancés des domaines de l'éducation et de la psychologie. De l'approche béhavioriste axée sur les stimuli et les réponses aux théories cognitives qui se sont concentré sur le traitement de l'information par le cerveau, en passant par les perspectives constructivistes qui mettent en avant le rôle actif de l'apprenant dans la construction de son propre savoir, les différentes théories ont contribué à élargir notre compréhension des processus d'apprentissage. De plus, avec l'avènement des technologies éducatives de nouvelles perspectives émergent, ouvrant la voie à de nouvelles conceptions d'apprentissage favorisant des environnements d'apprentissage plus favorables et adaptés à la diversité des apprenants et leurs différences en termes d'aptitudes à apprendre. Ainsi, les théories d'apprentissage continuent d'évoluer pour répondre aux défis et aux exigences de la société contemporaine, tout en ouvrant la voie à de nouvelles découvertes et innovations dans le domaine de l'éducation (Aboulfeth, Eloirdi, El Hamdi,2014). L'évaluation des impacts des systèmes et des outils multimédias sur les apprenants ne peut reposer exclusivement sur une réflexion pédagogique. Elle doit également s'ancrer dans une réflexion basée sur les théories de l'apprentissage. Sans cette approche, la rapide évolution des

technologies de l'information et de communication risque de compromettre l'intégration réussies de nouveaux environnements éducatifs dans les Ecoles (Hannafin, Land & Oliver, 1997).

Il convient de rappeler que chaque contexte et époque privilégient l'une ou l'autre de ces approches. En France, le modèle d'apprentissage est généralement enraciné dans des cadres pédagogiques et didactiques qui ont évolué de manière indépendante. Par ailleurs, dans les pays anglosaxons, le modèle l'environnement d'apprentissage est influencé par les grands courants de la psychologie (Hannafin, Land & Oliver, 1997). Au Maroc, depuis l'indépendance, plusieurs modèles pédagogiques d'apprentissage ont été adoptés dans le pays, reflétant les évolutions et les réformes dans le domaine de l'éducation. Initialement, le système éducatif marocain était imprégné des approches transmissives traditionnelles, mettant l'accent sur l'enseignement magistral et la mémorisation. Cependant, au fil des décennies, des réformes ont été entreprises pour moderniser et diversifier les méthodes d'apprentissage. Récemment, les politiques éducatives marocaines s'orientent davantage vers des modèles pédagogiques axés sur la participation des apprenants et l'interaction en classe.

L'enseignement stratégique porté par le constructivisme/socioconstructivisme émerge comme une alternative prometteuse pour aborder les défis persistants de l'apprentissage dans les Ecoles marocaines. Des méthodes telles que l'apprentissage par projets, l'apprentissage. L'apprentissage basé sur les compétences ont été introduites pour encourager l'implication des apprenants, favoriser leur autonomie et développer leurs compétences transversales. La vision stratégique de la réforme éducative 2015-2030 encourage spécifiquement l'adoption de pratiques innovantes, parmi lesquelles l'enseignement stratégique pourrait jouer un rôle crucial. Bien que plusieurs chercheurs reconnaissent son efficacité (Hart et Memun, 2015, Bosson et al, 2009; Barton et al., 2001 ;Escorcía 2010;Jaleel ,2016)), il est essentiel de souligner que cette approche nécessite des investissements en termes de temps et de ressources. Ne pouvant pas être considérée comme une solution miracle, mais plutôt comme un facteur qui contribue à surmonter les obstacles dans le processus d'apprentissage Parallèlement, des efforts ont été entrepris pour introduire les technologies de l'information et de la communication (TIC) dans l'enseignement, offrant ainsi de nouvelles possibilités d'apprentissage interactif et individualisé.

Bibliographie

- Anderson (1993), *Cognitive Psychology and its Implications*, W.H. Freeman and Company.
- Anderson, J. R. (1983), « The architecture of cognition. Lawrence Erlbaum Associates »,
- Ausubel, D. (1963), *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*, Grune & Stratton,
- Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1978), « Educational Psychology A Cognitive View »(2nd ed.). New York Holt, Rinehart and Winston Ausubel In « Defense of Advance Organizers: A Reply to the Critics »,
- Bandura (1973), « Aggression: A Social Learning Analysis », Prentice-Hall,
- Bandura (,1977), *Social Learning Theory*, Prentice-Hall,
- Bosson, M., Bourgeois, E., & Pansu, P. (2009). « Le développement de stratégies cognitives et métacognitives chez des élèves en difficulté d'apprentissage » *Revue des Sciences de l'Éducation*, Vol 35(2),
- Boudon, R. (1996), « The Rational Choice Model »: A Particular Case of the « Cognitivist Model », *Rationality and Society*, vol 8,
- Bovet. L (1996), « Compte rendu de [Les fautes de français existent-elles ? »], Québec français,
- Bransford et al. (2006), « Learning Theories and Education: Toward a Decade of Synergy. In P. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of educational psychology*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers,

- Bronckart. J.P, (1985), Vygotski, une œuvre en devenir, in Vygotski aujourd'hui, Neuchâtel, Paris : Delachaux-Niestlè,
- Brown, R. W. (1956), « Language and categories. In J. S. Bruner, J. J. Goodnow, & G. A. Austin, A study of thinking,
- Bruner, J 1996, « Culture of Education », Harvard University Press
- Bruner, J. (1986), « Actual minds, possible worlds », Harvard University Press
- Bruner,J (1966), « Toward a Theory of Instruction ». Cambridge: Belknap Press,
- Buchs et al. (2008), « Régulation des Conflits Sociocognitifs et Apprentissage », Revue française de pédagogie. Recherches en éducation,163
- Carré. P et Mayen.P (dir.) (2019, « Psychologies pour la formation », Malakoff : Béatrice Vicherat. Dans Savoirs n 51
- Casey, C. (1996). « Incorporating cognitive apprenticeship in multimedia ». Educational Technology Research and Development (ETR&D) (n 44)
- Cavalier, J. C., Klein, J. D. (1998). « Effects of Cooperative Versus Individual Learning and Orienting Activities During Computer-based Instruction », Educational Technology Research and Development, (n 46),
- Chalon- Blanc,A, (1997).Introduction à Jean Piaget, l'Harmattan,
- Chaptal, A (2003), « Réflexions sur les technologies éducatives et les évolutions des usages : le dilemme constructiviste » Distances et savoirs, Vol 1,
- Chekour, M., Laafou, M., & Janati-Idrissi, R. (2015). « L'évolution des théories de l'apprentissage à l'ère du numérique », Association EPI,
- De Landsheere . P (1992), L'éducation et la formation : science et pratique,
- Depover et al., (2009), « Entre scénario d'apprentissage et scénario d'encadrement, Quel impact sur les apprentissages réalisés en groupes de discussion asynchrone ? », in Distances et savoirs
- Depover.C, Marton.P, Giardina. M,(1998). « Les environnements d'apprentissage multimédia : analyse et conception », l'Harmattan,
- Désilets.M. (1997), « Connaissances déclaratives et procédurales : des confusions à dissiper », Revue des sciences de l'éducation (Volume 23, numéro 2,
- Dewey.J (2019), « L'Éducation progressiste et la science de l'éducation », Recherche et formation, (n° 92),
- Doise.W & Mugny. G (1997), Psychologie sociale et développement cognitif, RMAND COLIN,
- Ducret. J, Cellérier.G (2007), L'équilibration : concept central de la conception piagétienne de l'épistémogénèse », Fondation Jean Piaget pour recherches psychologiques et épistémologiques,
- El Bouhdidi, (2013), « Une architecture intelligente orientée objectifs basés sur les ontologies et les systèmes multi-agents pour la génération des parcours d'apprentissage personnalisés »,International Journal of Advanced Computer Science and Applications, n4
- Ertmer, P. A. (1999), « Addressing first- and second-order barriers to change: Strategies for technology integration ». Educational Technology Research and 47(4),
- Escorcía, D (2010). « Quel rapport entre la métacognition et la performance à l'écrit ? » Education & didactique, Vol. 4(3),
- Fournier, S. (2009). « Lessons learned about consumers' relationships with their brands ». In D. J. MacInnis, C. W. Park, & J. R. Priester (Eds.),
- Gagné, R. M. (1974), *Essentials of Learning and Instruction*. Hinsdale , IL : Dryden Press.Gagné, R.M., Briggs, L.J. & Wager, W.W. (1992), *Principles of instructional design* , Harcourt, Brace,
- Goldman et al., (1994).«Assessing program that invite thinking. In E. Buker & al. (Eds.), « Technology assessment in education and training », Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates,
- Good, T., & Brophy, J. (1995). « Educational Psychology : A Realistic Approach. » Longman Gutkin et C.R. Reynolds (Eds.), The handbook of school psychology,

Hannafin, M.J., Hannafin, K.M., Land, S.M. & Oliver, K. (1997), « Grounded Practice and the Design of Constructivist Learning Environments », *Educational Technology Research and Development*, (n 45),

Johnson-Laird, P.N. (1983), « *Mental models*. Cambridge », MA : Harvard University Press
Jonassen, D.H. & Reeves, T. (1996), « Learning with technology : using computers as cognitive tools » In D.H. Jonassen, *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* ,

Jonassen, D.H. (1994), « Thinking technology : Toward a constructivist design model », *Educational Technology*

Jonassen, D.H. (1995), « Computers as cognitive tools : Learning with technology, not from technology », *Journal of Computing in Higher Education*, Vol 6,

Lave.J (1991), « *Cognition in practice. Mind, mathematics and culture in everyday life* » Cambridge University Press,

Lev Vygotsky.LS (1930), « *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes* », Cambridge, MA Harvard University Press,

Mariné.C, Escribe.C (2012), *Naissance du behaviorisme. Tout est conditionnement*, Edition Jean-François Marmion

Martin, E., & Savary, J. (2008), *Trois modèles pour penser l'apprentissage*,

Matthews, M. R. (1998), « Introductory comments on philosophy and constructivism in science education », *Science & Education*, Vol 7, Mondada, L et ali., (2000), « Interaction sociale et cognition située : quels modèles pour la recherche sur l'acquisition des langues ? », *Travaux de linguistique*, vol 41(2).

Montangero, J., & Maurice-Naville, D. (2019), *Piaget ou l'intelligence en marche : Les fondements de la psychologie du développement*.

Neisser, U. (1976). « *Cognition and reality: Implications and principles of cognitive psychology* », W. H. Freeman and Company,

Nicolas.S (2003), *La psychologie de W. Wundt : 1832-1920*, l'Harmattan Collection

Jordan, M. I., & Smolensky, P. (1986) « *Computing with neural networks*. In *Parallel Distributed Processing* »: Explorations in the Microstructure of Cognition, Vol. 1: Foundations, MIT Press.

Piaget, J (1975), *The Equilibration of Cognitive Structures*, University of Chicago Press,

Piaget, J. (1956), *The Child's Conception of Space*, Routledge & Kegan Paul,

Piaget, J. (1947), *The Psychology of Intelligence*, Routledge & Kegan Paul,

Piaget, J. (1954), *The Construction of Reality in the Child*, Basic books,

Piaget, J (1937), « *The Construction of Reality in the Child* », *Culture* Vol 3,

Pritchard, A. (2013), *Ways of Learning: Learning Theories and Learning Styles in the Classroom* (3rd ed.). Routledge,

Putnam, H. (1960). *Minds and Machines*. In S. Hook (Ed.), *Dimensions of Mind: A Symposium* ,New York University Press.

Ryan, R. M. et Deci, E. L. (2017), « *Self-determination theory. Basic psychological needs in motivation, development and wellness* », Guilford Press,

Rumelhart, McClelland, (1986), « *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition* », MIT Press, Cambridge,

Salomon, G. (1979), « Interaction of media, cognition and learning », *journal of Educationnel Psychology*, n 71,

Salomon, G., Perkins, D.N. & Globerson, T. (1991). « *Partners in cognition : Extending human intelligence with intelligence technologies* ». *Educational Researcher*,

Schneuwly, B., Bronckart, J.P, (1985) (sous la direction de) *Vygotski aujourd'hui*, Neuchâtel : Delachaux-Niestlé,

Smolensky, P. (1993), « Harmony theory as a computational framework for cognitive modeling ». In M. Boden (Ed.), *The Philosophy of Artificial Intelligence* Oxford University Press,

Staddon, J. (2001), « The new behaviorism: Mind, mechanism, and society », Psychology Press,

Steffe, L. P., & Gale, J. (2012). *Le constructivisme en éducation*. Routledge.

Steiner, P (2005), « Introduction cognitivisme et sciences cognitives », *Labyrinthes, Sciences Cognitives et sciences sociales, Educational Technology Research and Development*,

Tardif, J. (1992), « Pour un enseignement stratégique : l'apport de la psychologie cognitive », Éditions Logiques. Serge Marcotte. Volume 19, n 2,

Vygotsky, L. S. (1934/1986). » *Thought and Language*. Cambridge », Mass. The MIT Press,

Watson, J. B. (1913), « Psychology as the behaviorist views it », *Psychological Review*,

Weinstein, C.E., & Mayer, R. (1986), « The teaching of learning strategie » In M.C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching*,

