المعرفية الإنسانية بين علم النفس المعرفي والعلوم المعرفية

محمد المير
mohammed.elmir1@usmba.ac.ma
قسم علم النفس، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، ظهر المهراز، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، فاس، المغرب

ملخص
فحصت هذه الورقة تغير مقاربة المعرفية الإنسانية بين المدرستين السلوكية والمعرفية. إذ بينما اعتبرت الأولى السلوك موضوعا أساسيا لعلم النفس، رأت الثانية أن البحث السيكولوجي ينبغي أن يتناول السيرورات الذهنية أو الأنشطة المعرفية. وافترض علم النفس المعرفي أن الأنشطة المعرفية تكمن في معالجة المعلومات التي تصل من العالم الخارجي. وجرى أيضا التمييز بين المقاربتين الحاسوبية والاقترانية لاشتغال الذهن الإنساني. وفي الأخير عرضت نماذج تمثيل المعارف في الذهن.
الكلمات المفتاحية: علم النفس المعرفي؛ العلوم المعرفية؛ معالجة المعلومات؛ تمثيل المعارف.

Human cognition between cognitive psychology and cognitive science

Mohammed El-Mir
mohammed.elmir1@usmba.ac.ma
Department of Psychology, Faculty of Letters and Human Sciences Dhar Mahraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fes- Morocco

Abstract
This paper investigates changes in approaching human cognition between Behaviorism and cognitive psychology. While the first approach considered behavior as the main object of psychology; the second hypothesized that psychological research should be centered in mental processes. Cognitive psychology views cognitive activities as an information processing. We differentiated also between computational and connexionist views of the functioning of the human mind. Finally we outlined knowledge representations models.
Keywords: Cognitive Psychology; Cognitive science; Information Processing; Knowledge representations.

مقدمة

بالغت السلوكية في أليلة الإنسان، واكتفت بالتحليل التجريبي للسلوك، لذلك ارتأى الاتجاه المعرفي أن يعود إلى دراسة النشاط الذهني. ويتداخل في الاشتغال المعرفي لدى الإنسان المرئي بغير المرئي: الجهاز العصبي والذهن. وقد استشعرت المدرسة المعرفية هذا الأمر، لذلك فتحت باب الاستكشاف العلمي أمام تخصصات أخرى يمكن أن تساعد في تسليط الضوء على ما يجري في النظام الذهني. ومن ثم انفتح علم النفس المعرفي على العلوم المعرفية، وأدرك إمكانية التعاون بين تخصصات مختلفة كالمعلوميات وعلم الأعصاب في فهم وتفسير ما يجري في الذهن حين يستثار النظام الذهني بمثير خارجي أو داخلي.

ويمكن العودة بالنظرية المعرفية إلى المدارس الأولى في علم النفس التي تناولت التجارب الذهنية، وهكذا رأى ووندت أن علم النفس ينبغي أن يدرس الذهن والقوانين التي تحكمه. وانقسم علماء النفس الذين يدرسون التجارب الذهنية أو الواعية إلى اتجاهين، الاتجاه البنيوي ويسعى إلى تحليل الذهن إلى عناصره الأولية، والاتجاه الوظيفي وتناول الوظائف التكيفية للذهن.

وحاولت البنيوية تحليل الذهن إلى مكوناته الأولية، ووجدت أن الذهن يتألف من الأحاسيس، والصور والانفعالات. وكان تتشنر Titchener يرمي إلى تفكيك التجربة الواعية إلى عناصرها الأولية، وتحديد الكيفية التي تقترن بها العناصر لتشكيل الإدراكات المعقدة complex perceptions، وتحديد السيرورات الفيزيولوجية الأساسية.

وانبثقت الوظيفية functionalism عن النظرية التطورية، وشكلت إلى جانب الجشطلتية Gestalt أولى ردود الأفعال ضد البنيوية (Crespo، 2002). وهكذا تحولت بعض مفاهيم دارون كالتغيرية variabilility بين الأنواع إلى التغيرية بين الأفراد، وهو ما سيقود إلى علم نفس الفروقات الفردية؛ في حين تحول احتمال استمرارية continuity أشكال التطور إلى استمرارية أشكال السلوك التي قادت إلى دراسات في علم نفس الحيوان أو علم النفس المقارن، وانتهى بظهور الاتجاه السلوكي (شكل 1، ص 2).

وأولت الوظيفية اهتماما خاصا للذهن. وهكذا دافع وليام جيمس William James عن الوعي الذي لا ينبغي تجزيئه أو تحليله كما قال بذلك البنيويون، بل هو تدفق مستمر يشكل التفكير. ومن ذلك لم ينشغل الوظيفيون بمكونات الذهن، بقدر ما كان اهتمامهم موجها إلى وظيفة الوعي في توجيه السلوك بغية الوصول إلى تكيف أفضل مع متغيرات البيئة.

غير أن السعي الجدي لبناء باراديغم جديد يكون فيه للعمليات الذهنية دور أساسي جاء بعد أن حاولت السلوكية تعميم مبادئها الأساسية المتأتية من دراسة الحيوان على الإنسان. وقد أدى هذا إلى تنامي الانتقادات ضد نهجها التجريبي الصارم بالنظر إلى الطابع الاصطناعي لتجارب المختبر المصممة في الأصل لدراسة سلوك الحيوان،

وإدعاء أن قوانين التعلم والتعزيز صالحة لكل الأنواع. وهذه النقائص النظرية والمنهجية دفعت الباحثين إلى التشكيك في قدرة المبادئ السلوكية على أن تقدم تصورا صحيحا للعمل الذهني. لذلك انتقد عالم النفس العصبي لاشلي Lashley (1948) هيمنة النموذج التعاقبي الخطي مثير- استجابة، ورأى أن تعقيد السلوك الإنساني يفترض تفسيره بقوانين مختلفة تستند إلى تنظيم تراتبي (هرمي). فالجهاز العصبي حسب لاشلي لا يستجيب سلبيا للإثارة الخارجية، بل يعمل بنشاط وبتراتبية عند بلورة السلوكات المعقدة.

وفي تصنيف للمؤلفات الأكثر تأثيرا في التأسيس للمعرفانية الحديثة قامت به مجلة المعالجة المعرفية (Cognitive Processing)، حظي كتاب شومسكي Chomsky "البنيات التركيبية" الذي نشر سنة 1957 بالمكانة الأولى. والمثير هو أن الكتاب ليس من إعداد عالم نفس أو مختص في الذكاء الاصطناعي، بل عالم لسانيات. وأشار شومسكي في هذا الكتاب إلى توفر الأفراد على معارف حدسية صورية مجردة ليس لها أي محتوى دلالي، وهي مجموعة من القواعد التي يستعملها حدسيا المتكلم أو المستمع، وتسمح له التمييز بين العبارات الصحيحة والخاطئة نحويا. وقاد هذا إلى النحو التوليدي[1] التحويلي. واعتبر فودور Fodor مثل شومسكي أن الذهن الإنساني يتضمن معارف فطرية مجردة، وأن هذه المعارف منظمة تبعا لشفرة معينة، أو ممثلة على شكل رموز (Fodor، 1975).

شكل 1 تطور البراديغمات السيكولوجية. عن Crespo (2002).

1- موقف السلوكيين من علم النفس المعرفي

[1] يفيد التوليد أن النظام المعرفي الإنساني يستطيع انطلاقا من بعض القواعد الذهنية الفطرية غير القابلة للتلفيظ إنتاج جمل صحيحة نحويا. ويظهر الجانب التحويلي في أنه انطلاقا من المكونات السابقة يمكن التماس وجود مجموعة من القواعد التي تتيح الربط بين عبارات التمثل الذهني أو تحويلها إلى عبارات أخرى، كتحويل جملة مبنية للمعلوم إلى أخرى مبنية للمجهول.

انتقدت السلوكية النزعة المعرفية واعتبرتها نوعا من النكوص إلى الاستبطان الذي لم يقد سوى إلى افتراضات غير دقيقة وخاطئة في كثير من الأحيان. وهذا التردد في التعامل مع المقاربة الجديدة للذهن الإنساني عبر عنها سكينر Skinner في مقاله: لماذا لم أشأ أن أكون عالم نفس معرفي؟ (Why I m not a cognitive psychologist?). وانتقد فيه النماذج النظرية الافتراضية- الاستنتاجية التي بلورها هول Hull، واقترح كبديل لذلك تطبيق المنهج الاستقرائي في تفسير السلوك الإنساني استنادا إلى التحليل التجريبي للسلوك، أي أن يبحث عالم النفس عن مبادئ تفسيرية عامة انطلاقا من ملاحظة وتسجيل المعطيات التجريبية في وضعيات مخبرية عالية المراقبة، وإيلاء اهتمام خاص لدراسة السلوك الفاعل. وقد استبدل سكينر قانون المفعول (الأثر) ل ثورندايك Thorndike بقانون التعزيز، بحيث ينتقل عمل التعزيز من تقوية الاقتران بين المثير والاستجابة تبعا للإشباع أو الحرمان الذي يعقبه كما أكد على ذلك ثورندايك إلى زيادة احتمال حدوث الاستجابة.

إن إصرار سكينر على انغلاق الذهن وصعوبة النفاذ إلى حقائق الحياة النفسية، جعله يغالي في رفض كل تفسير ذهني أو فيزيولوجي للسلوك. وقد وصف السلوكية الجديدة بأنها سلوكية وسائط، ولم يقبل البتة وجود إواليات وسيطة كما قال بذلك هول أو إواليات غائية teleological كما افترض ذلك تولمان Tolman بالنظر إلى تعذر الملاحظة المباشرة.

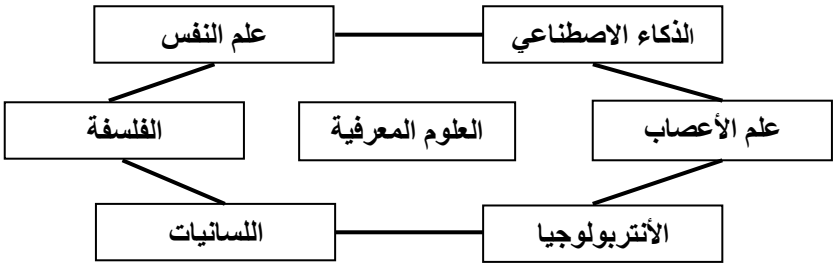
2- علم النفس المعرفي والعلوم المعرفية

يتناول علم النفس المعرفي النشاط المعرفي الداخلي باعتباره معالجة للمعلومات، ويستعين في ذلك بتجارب مراقبة تسمح بالحصول على معطيات عن السلوكات الذكية التي تأتي بها العضوية. ويترتب على ذلك أن علم النفس المعرفي:

- يشكل جزءا من علم النفس العلمي، إذ يستعمل تقنيات تجريبية لكي يقارن نظرياته بالواقع.
- يفترض أن النظام المعرفي يخزن المعلومات على شكل تمثلات ذهنية.
- ينفي السلبية عن الأفراد عند استقبال المثيرات، ويرى على نقيض ذلك أنهم يعالجون المعلومات بنشاط عبر سلسلة من العمليات الذهنية. وتندرج هذه العمليات في مجموعة من السيرورات الذهنية الأساسية العامة كالتعلم، والذاكرة، والإدراك، والتفكير، والتفييء، وحل المشاكل، وإنتاج اللغة وفهمها، والانفعال والتحفيز.

وظهر في منتصف الخمسينات من القرن الماضي تيار بيمبحثي جمع إسهامات ما يسمى العلوم المعرفية، ولم يقتصر الأمر على علم النفس بل شاركت فيه العلوم العصبية، والذكاء الاصطناعي، والأنتروبولوجيا، واللسانيات والفلسفة. وأسهم هذا السداسي المعرفي (شكل 2) في تحليل النشاط الذكي. لذلك سيشار بلفظ علم معرفي إلى مجمل المعارف التي جاءت بها هذه العلوم التي تدرس الأنظمة الذكية (الطبيعية والاصطناعية) من زوايا مختلفة.

وتفترض العلوم المعرفية أن تمثيل المعلومات في الأنظمة الذكية رمزي، وهي بذلك أنظمة تعالج الرموز (Simon و Kaplan، 1989). لذلك يمكن لعالم النفس استعمال التقنيات التجريبية في دراسة السيرورات المعرفية أو يلجأ إلى التقييس. كما تبنى علم النفس المعرفي الكثير من مصطلحات ومفاهيم الذكاء الاصطناعي في تفسير الظواهر السيكولوجية: مدخل، مخرج، دارئ buffer، حساب computation.



شكل 2 مكونات العلوم المعرفية، عن Gardner (1985).

3- الذهن الإنساني بين الحواسيب والعصبونات

يشترك الدماغ والحاسوب في قدرتهما على الإتيان بسلوكات ذكية. وقد استلهم الحاسوب والدماغ في إنشاء نماذج نظرية لتفسير الاشتغال المعرفي. ويتم الاعتماد في بناء هذه النماذج على لغة صورية مجردة مثلما يفعل المهندس المعماري حين يمثل شكل بناية على ورقة (Crespo، 2002). لذلك يتعلق الأمر بهندسات ذهنية. وعلى غرار الحاسوب الذي يتشكل من جزء منطقي وهو عبارة عن برنامج software وجانب مادي فيزيائي hardware، اعتبر المعرفانيون الذهن برنامجا يعالج المعلومات في مقاس رمزي ويتموضع في الدماغ الذي يشكل دعامته المادية. وهذا ما يشار إليه بالاستعارة الحاسوبية.

وفي الجانب الآخر لم يستسغ بعض الباحثين استعمال الحاسوب في فهم اشتغال الذهن. وعلى أساس ذلك رأوا أن التركيز ينبغي أن يكون على صيغة عمل الدماغ بغية تطوير نماذج تفسيرية للذهن. وهكذا أصبح الذهن بالنسبة لهؤلاء نظام حساب لا يمكن إدراكه إلا من خلال نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية artificial neural networksالتي تتوزع فيها معالجة المعلومات بين العديد من الوحدات الشبيهة بالعصبونات. وهذه هي الاستعارة العصبية أو الدماغية للذهن، وتمثل أساس الهندسات الاقترانية للعمل الذهني.

لذلك ينبغي التمييز في هذه النماذج بين جانب مادي (بنيات) وآخر وظيفي (سيرورات). يتكون الجزء المادي من العناصر النوعية للنظام: الدارات المدمجة في حالة الحاسوب والعصبونات في حالة الدماغ. لكن ليس من الضروري فحص هذا المستوى المادي لبناء نموذج تفسيري للذهن الإنساني، وما يجب الاهتمام به هو الجانب الوظيفي أو المنطقي، أي أن المهم هو صيغة عمل النظام الذكي، ولتوضيح ذلك أكثر

يمكن القول أن المعرفاني cognitivist والاقتراني conexionist يسعيان إلى بناء نماذج تقريبية للاشتغال الذهني، فيستعين الأول بالحاسوب والثاني بالدماغ. (شكل 3).

شكل 3 الهندسات الرمزية والاقترانية، عن Crespo (2002).

3-1- المقاربة الحاسوبية

شبهت المعرفانية الذهن بالحاسوب على اعتبار أن كليهما يعالجان المعلومات اعتمادا على الرموز. واعتبرت أن الرمز تمثل لشيء محدد أو لمعرفة، وقد يكون ملموسا أو مجردا. ومن هذا المنظور فالذهن لا يتوفر فقط على المعلومات في شكلها الرمزي، بل يتعامل مع هذه المعلومات من خلال الحساب. وقد سبقت نظرية الحساب تطوير الحواسيب الأولى، ويتطلب الحساب تتبع تعليمات برنامج محدد بغرض استكمال مهمة معينة. وبناء على ذلك، كان الذهن نظاما يتعامل مع الرموز. وتتميز الهندسة الرمزية بثلاثة مستويات من التحليل:

- المستوى الدلالي أو مستوى المعرفة: ويحدد لماذا تبدي بعض الأنظمة سلوكات محددة.
- المستوى الرمزي: وتمثل فيه معرفة المستوى السابق صوريا من خلال خوارزميات algorithms[2] تستدعي استعمال الرموز، ومن ثم تخزن المعارف على شكل تمثلات ذهنية.
- المستوى المادي: ويفترض أن لكل نظام ذكي دعامة مادية.

3-2- دعامات المعرفانية الرمزية

يمكن العودة بالمعرفانية الرمزية إلى نظريتي الحساب والسيبرنتيقا اللتان تم تطويرهما في الثلاثينات والأربعينات من القرن الماضي.

[2] الخوارزمية هي مجموعة من التعليمات أو القواعد التي تحدد كيفية معالجة الرموز.

3-2-1- نظرية الحساب

وجد تورين Turing (1936) أنه يمكن تحويل مسائل رياضية محددة إلى سلسلة من الإجراءات، بحيث يمكن حلها باستعمال خوارزميات. وجسد ما توصل إليه في ما سمي آلة تورين. وقد أثر عمله على ظهور المعرفانية الرمزية. وشكلت أفكاره الأساس المباشر لبناء الحواسيب الأولى، واستعمال الرموز في تمثيل المعلومات. ومهد للتمييز بين البنية المادية للنظام والخوارزمية التي يمكن أن تستعملها الآلة لحل المشكلة. وكانت هذه النظرية نقطة انطلاق التفكير في ما إذا كان بالإمكان تشبيه الاشتغال المعرفي الإنساني بآلة تورين، إذ بالإضافة إلى دعامة مادية (الدماغ) هناك دعامة منطقية (الذهن) تشتغل على معارف ممثلة رمزيا.

واستلهم جون فان نيومان J.V.Newman آلة تورين في تطوير نظام مزود بذاكرة قادر على تخزين التعليمات والمعطيات بالنظر إلى صعوبة البرمجة اليدوية لنظام ENIAC[3]. وهكذا صار في المتناول النفاذ إلى الذاكرة لتعديل الخوارزميات المخزنة من دون الحاجة إلى إعادة برمجة مستمرة من خلال تأليف مضن من الأسلاك والقواطع. واعتمادا على ذلك صمم نيومان أول حاسوب مجهز بوحدة معالجة مركزية central exexutive unity، إذ يستطيع تخزين المعلومات والحساب المنطقي. ولم يفت نيومان أن يلمح في ملتقى هكستون Hixston (1948) إلى التشابه بين الحسابات التي يقوم بها الحاسوب والحسابات الذهنية.

3-2-2- السبيرنتيقا (دراسة أنظمة المراقبة)

في عقد الثلاثينات من القرن الماضي، اهتم عالم رياضيات آخر وهو وينر Weiner بإواليات الضبط الذاتي autoregulation، ومن الأمثلة الحديثة على الأنظمة المضبوطة ذاتيا هناك مثبت الحرارة thermostat (الذي ينطفئ ما أن يبلغ درجة الحرارة المحددة). ولا ينطبق الضبط الذاتي على الآلات فقط، بل نجده أيضا عند العضويات كتجانس الاتزان homeostasis الذي يحيل إلى البحث عن التوازن في نظام متغير، كما هو الشأن بالنسبة لمستويات الكلوكوز في الدم ودقات القلب. وقد دعى وينر إلى التخلي عن فكرة أن الجهاز العصبي إوالية بسيطة تتلقى المعطيات الحسية وترسل إشارات لتنفيذ استجابات حركية. ومن ثم لحق وينر ب تورين و نيومان في المحاكاة بين الآلة والإنسان.

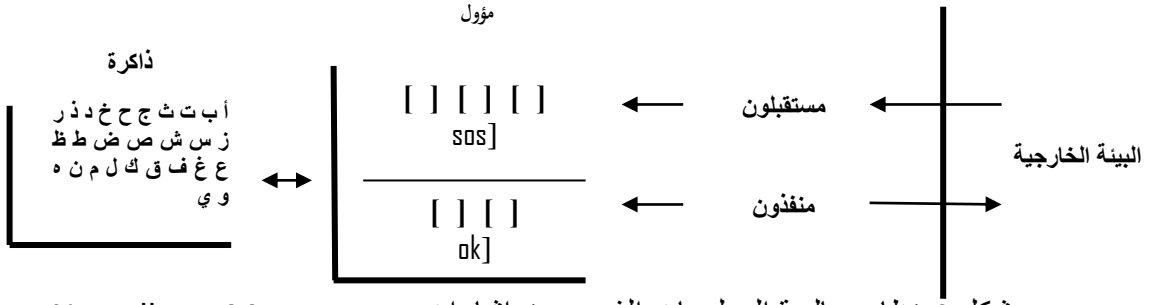
3-2-3- معالجة المعلومات في الأنظمة الذكية

يستعمل مفهوم معالجة المعلومات للإشارة إلى النظريات التي شبهت الذهن بالحاسوب. وعرض نويل Newell و سيمون Simon بنية نظام معالجة المعلومات (شكل 4)، ويظهر فيها أن مداخل البيئة (إشارات رسالة الاستغاثة sos مثلا) يلتقطها

[3] (Electronic, Numerator, Integrator, Analyzer and Computer)، وهو أول حاسوب تم تصميمه لحساب مسار القذائف البالستية.

مستقبلون يرسلون المعلومات إلى معالج مركزي. ويضم المعالج المركزي مؤولا يستطيع تحديد كل إشارة ويربطها، في هذه الحالة، بالحرف المناسب. ويتعرف المؤول على sos بالعودة إلى المعلومة الرمزية المخزنة في الذاكرة. وإلى جانب ذلك، يمكن برمجة النظام لكي يبعث بإشارات إلى الخارج، وهي نفس السيرورة ماعدا أنها تتم في الاتجاه المعاكس. وفي هذه الحالة ستكون الإشارة هي ok، أي أنه تلقى إشارة الاستغاثة.

ولما كانت المحاكاة الفيزيائية غير ممكنة (دارات مدمجة، وعصبونات)، تم التركيز على الجانب الوظيفي أو المنطقي. لذلك جرى اختيار لفظة معلومة للمقابلة بين الآلة والذهن على أساس أن كليهما مستهلك للمعلومات. وقد سبقت نظرية التواصل ل شانون Shannon و ويفر Weaver نظرية معالجة المعلومات. وقد تناولت مرور المعلومة في قناة، والتحديد الرياضي لمعادلة التحويل بين المدخل والمخرج (إذ يمكن أن يشوه الضجيج المعلومات أثناء عبورها للقناة). فإذا أخذنا مدخلا معينا فماذا سيكون المخرج الناتج.



شكل 4 نظام معالجة المعلومات الذي يرمز إشارات مورس Morse، عن Newell و Simon (1972).

ويستدعي إنجاز هذه المهمة تكميم المعلومة، لذلك تمت الاستعانة ب البيت bit[4] لقياس المعلومة المنقولة عبر القناة. وقد أثرت هذه الاكتشافات الجديدة على علم النفس المعرفي الناشئ. أولا لأن المعلومة معرفة، وثانيا لأن المعرفة قابلة للتكميم، وثالثا لأن المعلومة كما قال تورين مستقلة عن كل دعامة مادية، فكما ينقل الخط الهاتفي المعلومة على شكل إشارات كهربائية، ينقل الذهن المعلومات من دون الحاجة إلى معرفة الدعامة البيولوجية الدماغية (Crespo، 2002).

2-3- المقاربة الاقترانية

بالنظر إلى عدم قدرة الاستعارة الحاسوبية على تفسير كل ما يتعلق بالذهن الإنساني، اختار الاقترانيون الشبكات العصبية الاصطناعية لتفسير عمل المعرفية. وإذا كان

[4] البيت bit (binary digit) هو كمية المعلومات اللازمة للفصل بين بديلين متساوي الاحتمال. فإذا مارمينا مثلا بقطعة نقدية في الهواء، سنحصل على وجه أو ظهر، وهذا يتطلب بيتا واحدا من المعلومات.

المعلوماتيون يقرون بتشابه الحاسوب والذهن، وأن عمل الحاسوب تسلسلي إذ تنفذ تعليمات البرنامج الواحدة تلو الأخرى، بنى الاقترانيون نماذج معرفية شبيهة بتنظيم العصبونات في الدماغ. وتقترن داخل هذه النماذج وحدات حساب بسيطة تملك صيغ تنشيط أو كف لكي تشكل وحدات معالجة معقدة (الشبكات العصبية الاصطناعية).

والمعالجة في النموذج الاقتراني ليست تسلسلية كما هو الشأن في النماذج الرمزية، بل إن الشبكة تقوم بمعالجة موزعة ومتوازية. وتقبل الهندسات الاقترانية بوجود تمثلات، وإن كان تمثيل المعرفة ليس رمزيا، وإنما كباترنات نشاط موزعة على عصبونات الشبكة. لذلك تنعت النماذج الاقترانية بأنها نماذج تحترمزية subsymbolic.

وتأثر ظهور الاقترانية بعلم النفس العصبي. فقد نبه هب Hebb (1949) إلى أهمية السيرورات العصبية المركزية التي تعمل كبنيات تتوسط السلوك. وذهب إلى التمييز بين التجميعات العصبية المؤقتة والمستديمة. وقال بأن التجميعات العصبية المؤقتة هي دارات عصبية تعمل مجتمعة لمدة محدودة، وهي مسؤولة مثلا عن التذكر الذاكري القصير المدى، كتذكر رقم هاتفي إلى أن نقوم بتسجيله ثم ننساه. في حين أن التجميعات العصبية المستديمة هي دارات عصبية ثابتة وقارة، وتتولى حفظ المعلومات لمدة غير محدودة. واعتبر هب أن التعلم الدماغي الذي يسمح بخلق مثل هذه الدارات يتولد عن تغيرات في الأنشطة القبل والبعد مشبكية pre- and postsynaptic activities. ويتمظهر المبدأ المشبكي عندما تقترب محورية axon عصبون (خلية عصبية) أ كفاية لتنبه عصبونا آخر ب، وحين يتكرر ذلك يطرأ نوع من التغيير في سيرورة الاستقلاب لأحدهما أو لكليهما، بحيث تزيد قدرة أ على التأثير في ب. ومن ثم فالقوة المشبكية هي نتاج ترابط زمني بين الأنشطة القبمشبكية والبعدمشبكية.

المصدر الآخر لهذا الاتجاه يمكن أن نعود به إلى لاشلي (1950) الذي أكد على أن العصبون لا ينبغي فهمه معزولا، وإنما كنظام أوحد تعمل فيه تجمعات عصبية معقدة في آن واحد، وقد عرف هذا المبدأ بفعل الكتلة mass action principle، إذ أن عواقب إصابة دماغية ستكون أكبر كلما كانت كتلة النسيج الدماغي المدمر كبيرة. والمبدأ الآخر الذي جاء به لاشلي هو تعادل الجهد equipotentiality، ويفيد أن كل باحة دماغية يمكن أن تقوم بسلوك معين. واستند في ذلك إلى حالة مرضى أصيبوا في الدماغ وفقدوا مهارات معرفية كالكلام، وتمكنوا من استردادها لأن باحات دماغية سليمة أخرى تكفلت باسترجاع الوظيفة المفقودة. وقد اعترض لاشلي على المدافعين عن المحاكاة بين الحواسيب الرقمية والدماغ، وحذر من أن هذه المقارنة ليست مناسبة، واعتبر أن الدماغ تماثلي العمل وليس رقميا. ولفت الانتباه إلى أن اشتغال الحاسوب تسلسلي في حين أن اشتغال الدماغ أوحد (كلي).

4- تمثيل المعارف في الذهن

يقتضي تمثيل المعارف في الذهن قدرا كبيرا من التنظيم لكي يكون استرجاعها سهلا عند الحاجة إليها. ويمكن أن يكون تمثيل شيء بمثابة إعادة تقديمه (Crespo، 2002).

ومن ثم فالتمثل هو نموذج للشيء، أو هو خاصية أو حدث يمثلانه. وميز بالمر Palmer (1978) في التمثل المعرفي للمعرفة بين العالم الممثَّل represented world والعالم الممثِّل representing world (شكل 5). ويتشكل العالم الممثَّل من أشياء وأحداث الوسط، ويتعلق الأمر بخواصها والعلاقات بينها، في حين أن العالم الممثِّل يعكس بدقة متناهية مظاهر الداخل. ويظهر في الشكل 5 أن العالم الممثَّل عبارة عن كرتين (شيئين). والخاصية المدروسة هنا هي "الحجم" والعلاقة بينهما هي "أكبر من". وتم اقتراح عالمين ممثِّلين ممكنين. في الأول مُثل الشيآن بالرمزين أ و ب ويصفان خواصا كالحجم، غير أنهما يسمحان بتمثيل علاقات من قبيل ب أكبر من أ. وفي الثاني كان التمثيل رقميا، وهو ما سمح بتناول الحجم (20 كمية مطلقة أكبر من 10). ويستنتج من ذلك أن هناك صيغ مختلفة لتمثيل المعارف.

وتناولت أبحاث عديدة كيفية صورنة المعرفة في نماذج، وحاولت التأكد تجريبيا من ملاءمة تفسيرها للمعرفة الإنسانية. ودعيت هذه النماذج بالصورنات التمثلية.

العالم الممثَّل	العالم الممثِّل	
	حالة 1	حالة 2
	أ	10
	ب	20
خواص		قيمة رقمية
حجم		
علاقات		
أكبر من	أكبر من (أ، ب)	20>10

شكل 5 العالم الممثَّل والعالم الممثِّل، عن Rumelhart و Norman (1988).

وقد قسمت صيغ التمثيل الصوري للمعرفة إلى فئتين كبيرتين: النماذج التحليلية والنماذج التماثلية.

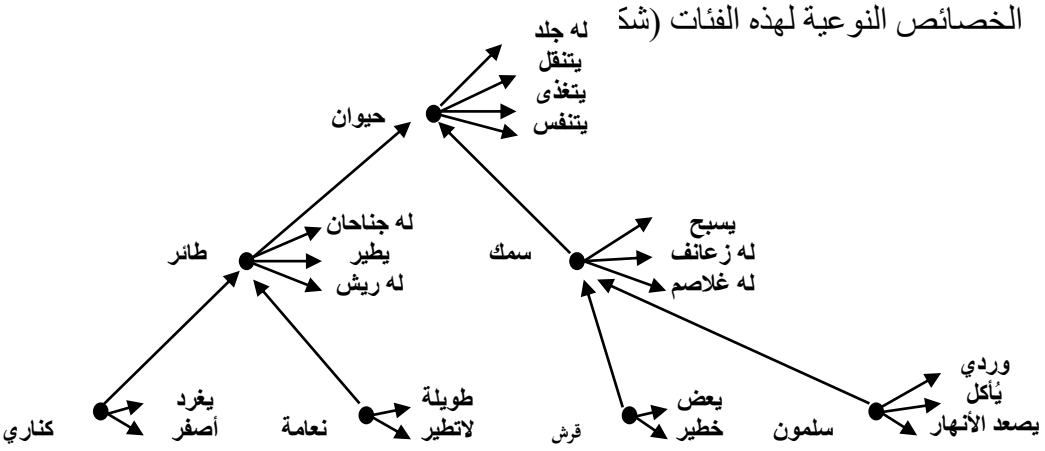
1-4- النماذج التحليلية

تشترك هذه العينة من النماذج في أن خواص الأشياء والعلاقات بينها يمكن وصفها باستعمال قضايا، لذلك تسمى أيضا الصورنات القضوية. وتتوزع هذه النماذج إلى مجموعة من الفئات.

1-1-4-الشبكات الدلالية

أول من استعمل هذا النوع من التمثيل الصوري للمعرفة هو المعلوماتي كليان Quillian، أثناء تصميم برنامج TLC (Teachable Language Comprehender) لتقييس سلوكات لغوية على الحاسوب. واعتمدت الشبكات الدلالية

في تمثيل المعارف على بنيات هرمية تتشكل من عقد وأسهم تبين اتجاه العلاقات. وتمثل العقد الفئات (حيوان، طائر، سمك...)، وتتفرع عن هذه الأخيرة أسهم تشير إلى الخصائص النوعية لهذه الفئات (شدّ



شكل 6 نموذج لشبكة دلالية، عن Collins و Quillian (1969).

وباعتبارها صورنة قضوية، يمكن أن نستعمل في وصفها الحساب الخبري predícate calculation والمنطق الرمزي. لنأخذ على سبيل المثال القضيتين الآتيين:

طائر (كناري، نعامة)

ع (العلاقة) (طائر، حيوان)

يُستخلص من القضية الأولى أن الكناري والنعامة ينتميان إلى فئة الطيور، أما القضية الثانية فتخبرنا بأن هناك علاقة (ع) بين الطائر والحيوان.

وتتوفر الشبكات الدلالية في TLC على بنية هرمية متساوية المسافة، وهي نتيجة لتطبيق مبدأ الاقتصاد المعرفي، بالنظر إلى ضرورة تجميع المعارف في فئات لتجنب الحشو وتسهيل المعالجة المعرفية. وعلى الرغم من أن الكناري والنعامة طائران يظهر لفظ طائر مرة واحدة في المستوى السابق. وإضافة إلى ذلك فالشبكة الدلالية بنية مقترنة بينيا، وإذا أردنا أن نتحقق مثلا مما لو كانت عبارة "الكناري حيوان" صحيحة أم خاطئة، يجب أن ننشط العقدة كناري والعقدة حيوان ونتتبع الأسهم للتأكد مما إذا كان هناك اقتران بينهما.

وقد تعاون كليان و كولنس Collins في اختبار صلاحية الشبكات الدلالية كنموذج سيكولوجي للمعرفة (Collins و Quillian، 1969). ومن أجل ذلك تحققا مما إذا كان الزمن الضروري لإقامة صلة بين عقدتين يتناسب مع المسافة الهرمية (التراتبية) التي تفصل بينهما. وتم توقع أن زمن الإجابة عن عبارة الكناري طائر أقصر من زمن

التحقق من أن الكناري حيوان، إذ يفصل بين الإثنين مستوى واحد. ويستنتج من ذلك أن المسافة بين كناري وطائر تعادل المسافة بين نعامة وطائر، ويترتب على ذلك أن أزمنة الإجابة في مهمات التحقق ينبغي أن تكون متساوية. وقد أثبتت الأعمال التجريبية هذا الافتراض في حالات كثيرة. لكن ما لبثت أن ظهرت بعض المشاكل، فقد تبين أنه إذا كان تواجد الكناري والنعامة في نفس المستوى، يفرض أن يكون زمن القرار متساويا، إلا أن اتخاذ قرار أن الكناري طائر يستغرق وقتا أقل من التحقق من أن النعامة طائر. ولتجاوز هذا المشكل تم اقتراح مفهوم المسافة الدلالية، إذ أصبحت المسافة الدلالية بين نعامة وطائر أطول من تلك التي تفصل بين كناري وطائر. وفرضت هذه النقائص الوظيفية تعديل بنية الشبكات الدلالية التي صارت غير هرمية (Collins و Loftus، 1975). وبذلك أصبح اشتغال الشبكة يعتمد على مبدأ انتشار التنشيط، بحيث أصبح تنشيط مفهوم معين ينتشر إلى العقد القريبة. وتفترض هذه السيرورة أن قوة تنشيط عقدة تتراجع كلما كانت أبعد عن العقدة الأصلية. لذلك إذا جرى تنشيط عقدة كناري، فإننا نفكر في أنه يغني وأنه طائر وله ريش، لكن احتمال التأكد من أن له جلد ضعيف لأن تنشيط هذه العقدة غير كاف، بالنظر إلى طول المسافة الدلالية التي تفصل بينهما.

2-1-4- نماذج السمات

كانت ل سميث Smith، و شوبن Shoben و ريبس Rips (1974) رؤية أخرى لكيفية تمثيل المعرفة، واستندوا في ذلك إلى مجموعات أو لوائح سمات. وتفترض هذه النماذج أن المعرفة بفئة معينة هي مجموعة السمات التي تحددها (جدول 1).

طائر	كناري	فيل
حيوان	حيوان	حيوان
له ريش	له ريش	ثديي
يطير	يطير	له خرطوم
يبيض	يغرد	له أربعة قوائم
له منقار	أصفر	له أنياب
يبني أعشاشا	له منقار	

جدول 1 بعض سمات ثلاث فئات مختلفة، عن Crespo (2002).

وبما أن السمات لا تنطبق على كل أعضاء فئة معينة، فقد أدى ذلك إلى التمييز بين السمات التعريفية defining Features والسمات المميزة characteristic Features. وتشير السمات التعريفية إلى انتماء عضو إلى فئة معينة، وهي سمات يمتلكها جميع المنتمين إلى هذه الفئة بدون استثناء. في حين أن السمات المميزة يتفاوت حضورها في أعضاء الفئة كما أنها ليست ضرورية للانتماء إلى الفئة. فالريش ووضع البيض سمتان تعريفيتان لفئة الطيور أما القدرة على الطيران وبناء الأعشاش فهما

سمتان مميزتان (الطيران سمة مميزة لأغلب الطيور، لكنها ليست سمة محددة لأن هناك طيور لا تستطيع الطيران كالنعامة).

وأحد محددات هذه النماذج هو المسافة الدلالية بين الفئات. فالمعارف المخزنة في الذاكرة مقترنة فيما بينها. وتتحدد العلاقات بين الفئات بعدد السمات المشتركة. إذ أن فئة "أ" لها سمات "د"، و "س" و "ش" تكون أقرب إلى فئة "ب" تتوفر على سمات "د"، "س" و "ف"، لكن ليست لها أية صلة بفئة "ت" لها سمات "ف"، و "ك" و "ل"، وإن كانت تتقاطع مع الفئة "ب" في سمة.

وقد بينت الأعمال التجريبية أن التحقق من الانتماء إلى فئة يتم من خلال المقارنة بين السمات، إذ تجري في البدء مقارنة سريعة بين لوائح السمات، وإذا ما كان عدد السمات المشتركة كبير كفاية يتم إدراج العنصر في الفئة، أما إن لم تكن هناك سمات مشتركة أو كان عددها غير كاف فإن العنصر يستبعد من الفئة. فإذا ما تساءلنا مثلا هل الفيل طائر؟ يكون الجواب بالنفي سريعا (لأنهما لا يشتركان سوى في سمة واحدة). وفي الحالة التي تكون فيها النتيجة غير واضحة، يقوم المبحوث بمقارنة ثانية تستغرق وقتا أطول لأنها تهم السمات التعريفية إلى أن يتخذ قرار الانتماء إلى الفئة أو عدم الانتماء إليها.

وقد أجريت قياسات للمسافة الدلالية، وتبين أن بعض الأمثلة تمثل الفئة أكثر من غيرها. فالكناري مثلا يمثل بشكل أفضل فئة الطيور مقارنة بالبط. وقد سميت هذه العناصر النموذجية بالبروتوتيبات.

3-1-4- **الخطاطات** Shemes

سبقت الأطر الخطاطات، وقد استعملت كمفاهيم حاسوبية في مهمات تقييس السلوكات على الحاسوب (Winston، 1975). وتتميز الخطاطات بأنها:

- نوع من النماذج المعرفية للواقع، وتتشكل من معلومات ثابتة وأخرى متغيرة. فخطاطة "أعطى شيئا" مثلا هي تغير في الملكية في حين أن المتغيرات هي المعطِي، والمُعطَى إليه والموضوع. فعبارة "أعطى إدريس قلما لمراد"، تنشط المعلومة الثابتة لخطاطة أعطى شيئا وتستبدل المتغيرات بقيم ملموسة: المعطي (إدريس)، والمعطى إليه (مراد) والموضوع (القلم).

- منظمة بكيفية متحركة، إذ يتداخل بعضها مع البعض الآخر من الأكثر عمومية إلى الأكثر خصوصية. فخطاطة جسم الإنسان تتشكل من خطاطات ك (أطراف، رأس...)، وتتفرع عن هذه الأخيرة خطاطات أخرى بسيطة أكثر. ففي الخطاطة رأس نجد الخطاطات عين، وأنف، وفم إلى أن نصل إلى وحدة مفهومية أولية ووحيدة.

- تسمح بتمثيل أي نوع من المعارف من أكثرها ملموسية إلى أكثرها تجريدا (نتوفر على خطاطات ذهنية للمعرفة الأيديولوجية، والثقافية واللغوية....).

- موسوعية، لأنها تمثل كل معرفتنا التصريحية أو الواعية. وهي على عكس القاموس تمدنا بمعرفة شاملة. فالشجرة مثلا ليست فقط نبات له جذع، وقابل للاحتراق ويتفرع بعد مسافة معينة عن الأرض، بل هناك مجموعة من المعلومات عنها منظمة

في خطاطات فرعية كأنواع الأشجار، وأهميتها الإيكولوجية، وهي تستقى من معارف مجردة عامة (دلالية) أو من تجربتنا الشخصية (مشهدية).

- وفي الأخير فالخطاطة نشيطة، فهي ليست نماذج متصلبة للواقع، فأثناء معالجة المعلومات تنشط الخطاطات أو تحلل تبعا لاحتياجات النشاط الذهني الجاري. ويبدأ البحث عن علاقات مع خطاطات أخرى قصد الاقتران بها.

4-1-4- أنظمة الإنتاج

إذا كانت النماذج السابقة قد اهتمت بكيفية تنظيم وتمثيل المعرفة التصريحية، فإن أنظمة الإنتاج حاولت القيام بنفس الشيء مع المعرفة الإجرائية. وقد جاء هذا الفصل من الذكاء الاصطناعي، وبالتحديد من التمييز بين «معرفة ماذا في مقابل معرفة كيف». وتحيل المعرفة التصريحية إلى أفعال أو أحداث قابلة للتلفيظ (كمعرفة ما قمت به البارحة مثلا)، في حين أن المعرفة الإجرائية هي مهارات وكفاءات صعبة التلفيظ، وتتمظهر أثناء التنفيذ (قيادة السيارة، أو الكتابة...).

وتوصل المعرفانيون إلى تمثيل المعرفة الإجرائية فيما أسموه الإنتاجات (Newell، 1973). والإنتاجات هي متتالية من شرط – فعل، ويمكن تمثيلها باللغة القضوية كالتالي:

إذا كان (شرط أ) ⟵ فإن (تنفيذ ب)

إذا كان (الضوء أحمر) ⟵ فإني (أتوقف)

والإنتاجات ليست سوى تمظهرات للاستدلال الشرطي. واستعمالها في سيرورات حل المشاكل مؤكد، ويمكن حل أي مشكل مصمم جيدا اعتمادا على متتالية من الإنتاجات المتراكبة التي تشكل نظام إنتاج. وهذا الأخير بنية أخذت من الذكاء الاصطناعي، وكانت تستعمل في برامج تقييس السلوكات، وتبناها علم النفس المعرفي لتمثيل المعرفة الإجرائية (Newell و Simon، 1972).

4-2- الصورنات التماثلية

تعتمد هذه النماذج نوعا من المحاكاة الحسية- الإدراكية بين العالم الممثَّل والعالم الممثِّل، ويفضي هذا إلى الصورة الذهنية. وهي تحافظ بذلك على الخواص القياسية والمكانية للأشياء الممثلة. وقد اقترنت الأعمال حول الصورة الذهنية ب شبارد Shepard و كوسلين Kosslyn. وبينما انتدب الأول نفسه لدراسة تحويل الصورة الذهنية أو دورانها الذهني، سعى الثاني إلى بناء نموذج حاسوبي للصورة الذهنية.

4-2-1- الصور والدوران الذهني

إن إدارة شيء في الفضاء يأخذ وقتا، ويحدث الشيء نفسه مع الصورة الذهنية للشيء نفسه. وقد استكشف شبارد وآخرون (Shepard و Metzler، 1971) هذه الظاهرة. فحين ندير مجسمات أشياء ب 0، 60، 120 و 180 درجة، نحصل على

نتائج تشبه تلك التي توصل إليها شبارد، فزمن رد فعل المشاركين يزيد خطيا مع تزايد درجة الفرق الزاوي بين الشكل الأصلي ونفس الشكل بعد أن أدرناه. وقد فسر ذلك بأن المشاركين يشكلون صورا ذهنية لإعطاء الإجابة. والزمن المستغرق الذي يزيد تبعا للفرق الزاوي يعكس سيرورة الدوران الذهني.

وأظهرت هذه الأعمال أنه يمكن القيام بتحويلات ذهنية مماثلة لما يمكن القيام به على أشياء مادية. وتبين أن للصور خواصا مكانية تماثلية. غير أن ذلك طرح صعوبة ما إذا كان المشاركون يستعملون حصريا المعلومات المتعلقة بالصور الذهنية (Parkin، 2000). وكمثال على ذلك، إذا أدرنا صورة ذهنية ب 60 درجة في اتجاه عقارب الساعة، هناك خياران أمام الفرد، فإما أن يسلك الاتجاه المعاكس ويقطع 60 درجة ليصل إلى الاعتدال الأفقي للشكلين، وإما أن يستدير ب 300 درجة في اتجاه عقارب الساعة ليبلغ التماثل بين الشكلين. وقاد هذا إلى مفهوم السرعة الزاوية، فإذا ما أخذ المبحوث المسلك الأول فإن الإجابة تكون أسرع مما لو سلك الثاني. وهذا يفرض وجود نوع آخر من المعرفة بالإضافة إلى الصورة الذهنية، يسمح باختيار المسلك الأقصر في الدوران الذهني.

2-2-4- توليد الصور الذهنية

إلى جانب التحويل أو الدوران الذهني، ظهرت الحاجة إلى معرفة تكوين أو توليد الصور. وهذا ما انشغل به كوسلين (1975) الذي اعتبر أن الصور ينبغي فهمها في إطار وسط مكاني ذهني له نفس خواص المكان الفيزيائي، كالحدود المكانية والقدرة أو درجة الوضوح.

أقر كوسلين في البدء بوجود نظامين مختلفين لتخزين المعارف، أحدهما بصري والآخر قضوي. ويتوفر المستودع البصري على معلومات عن كيفية تشكيل الصور، ويضم الأشكال الأساسية لصور الأشياء على هيئة هياكل يمكن إتمامها بالمعلومات النوعية الإضافية. فالشكل الأساسي لدجاجة يمكن أن يستعمل أيضا في تمثيل نسر، لكن مع إضافة مميزات أخرى للصورة كشكل المنقار وطول الأجنحة. في حين أن المستودع القضوي لاصيغي، ويحتوي على معلومات عن الدلالات والخواص والعلاقات. فإذا أردنا تكوين صورة، فإننا نرجع إلى المستودع القضوي للبحث عن هيكل، وعند العثور عليه في الوسط المكاني الذهني نواصل البحث عن المعلومة القضوية الضرورية لإتمام أو تعديل الصورة تدريجيا. وبعد الانتهاء من الصورة يمكن إخضاعها لإواليات مختلفة كالاستكشاف، والتكبير، والتصغير (zoom) أو الدوران. وتبين أن الصورة الذهنية تحافظ على نفس الخواص القياسية والمكانية للشيء الذي تمثله (Kosslyn وآخرون، 1978)، إذ تأكد التشابه المكاني بين الشيء الفيزيائي وصورته الذهنية، وكلما كانت المسافة بين نقطتين أكبر، تطلب قطعها ذهنيا وقتا أطول.

كما أن للصورة الذهنية حدودا لا يمكن تجاوزها إن أردنا أن نحافظ على الصورة في حجمها المناسب. فإذا تخيلنا أرنبا إلى جانب نملة فإن إدراك بعض سماته الفيزيائية من خلال استكشاف ذهني يكون أكبر ويتم بسرعة مما لو تخيلناه إلى جانب فيل. وبناء

على ذلك حدد كوسلين ما أسماه بالزاوية البصرية لعين الذهن، أي أن التعامل مع الصورة الذهنية يشبه ما يجري في الواقع حين يؤدي شيء ذو حجم قار إلى زاوية أكبر كلما اقترب منه الملاحظ.

خلاصة

في خاتمة هذا العرض الموجز للمعرفانية، يتبين مدى تأثير اكتشافات التكنولوجيا في توجيه البحث في الذهن الإنساني. فبعد أن دافعت السلوكية عن الآلة الإنسانية (في إحالة إلى استعارة الهاتف)، وأن لا شيء يحدث بين المثير والاستجابة، تبنى علم النفس المعرفي نموذج الحاسوب لدراسة السيرورات الذهنية. ورأى هذا الاتجاه أن الذهن والحاسوب يعالجان المعلومات. ومع ذلك برزت انتقادات تخص صيغة المعالجة. فإذا كان الحاسوب يعالج المعلومات تسلسليا، أي يخضع المعلومات لمتتالية من الخوارزميات أو العمليات، لا يعمل الجهاز العصبي بنفس الصيغة التسلسلية، إذ أن الحسابات التي يقوم بها الذهن موزعة ومتوازية. وهذا مهد لمقاربة جديدة في علم النفس المعرفي هي المقاربة الاقترانية، أي المعالجة الموزعة والمتوازية للمعلومات.

المـــراجع

Chomsky N. (1957). Syntactic structures. The Hague: Mouton.

Collins A.M. & Quillian M.R. (1969). Retriaval time from semantic memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 8, 240-247.

Collins A.M. & Loftus E.F. (1975). A spreading activation theory of semantic processing. Psychological Review, 82, 407-428.

Cresop, A. (2002). Cognition humana, mente, ordenadores y neuronas. Editorial Centro De Estudios Ramon Areces, S.A.

Fodor J. (1975). The language of thought. New York: Crowell.

Hebb D.O. (1949). The organization of behavior. New York: Jhon Wiley and Sons.

Hull.C.L.(1920). Quantitative aspects of the evolution of concepts: An experimental study. Psychological monographs, 28, N° 123.

James W. (1890). The principles of psychology. London, Macmillan and Co.

Kosslyn S.M. (1975). Information representation in visual images. Cognitive Psychology, 7, 341-370.

Kosslyn S.M, Ball T.M. & Reiser B.J. (1978). Visual images preserve metric spatial information. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 4, 47-60.

Lashley K. (1950). In search of the engram. Society of experimental Biology Symposium, 4, Nº 4: Psychological mechanisms in animal behavior. Cambridge, MA: University press.

Newell A. (1973). Production systems: Models of control structure. In W.Chase (Ed), Visual information processing. New York: Academic Press.

Newell, A& Simon, H.A. (1972). Human problem solving. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Palmer S.E. (1978). Fundamental aspects of cognitive representations. In E. Rosh and B. Lloyd (Eds). Cognition and Categorization. Hillsdale, NJ: LEA.

Parkin A.J. (2000). Essential cognitive psychology. Hove, UK: Psychology Press.

Shannon C.E. & Weaver W. (1948). Mathematical theory of communication. Bell System technical Journal, 27, 367-394.

Rumelhart D.E. & Norman D.A. (1988). Representation in memory. In R.C. Atkinson, R.J. Herrstein, G. Lindsey, R.C. Luce (Eds), Steven's handbook of experimental psychology. Vol.2 Learning and cognition (pp. 511-587). New York: Wiley.

Shepard R.N. & Metzler J (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. Science, 171, 701-703.

Simon H.A. & Kaplan C.A. (1989). Foundations of cognitive science. In M.I. Posner (Ed), Foundations of cognitive science (pp.1-47). Bradford Book: MIT Press.

Skinner B.F. (1986). Why I am not a cognitive psychologist? In T.J. Knappy and L.C. Robertson (Eds), Approaches to cognition: Contrasts and controversies (pp 79-80). Hillsdale, Nj: LEA.

Smith E.E., Shoben E.J.& Rips L.J. (1974). Structure and process in semantic memory: A featural model for semantic decisions. Psychological Review, 81, 214-241.

Thorndike, E.L. (1911). Animal intelligence: Experimental studies. New York: Mc Millan.

Tolman E.C. (1932). Cognitive maps in rats and men. Psychological Review,55, 189-208.

Turing, A.M. (1936). On computable numbers, with an application to the Entscheidungs-Problem. Proceedings of the London Mathematical Society, Serie2, 42, 230-265.

Winston P. (1975). The psychology of computer vision. New York: McGraw-Hill.