خاتمة
المستقبل هو الآن

«التّطلّع دوما نحو التغيير، والتّصرّف كأرواح طليقة في مواجهة القدر.. قوة لا تهزم».
هيلين كلير [1]

نحن الآن أمام مفترق طرق تربوي فيه تحدّ وإثارة. يمنحنا العلم، ولا سيّما تصويـر الأعصاب، صوراً مرئية حقيقية لكيفية تعلم الدّماغ، وأي إستراتيجيات التّعليم هي الأكثر نجاحاً في التأثير في عملية التعلم. هناك أيضا التحدي الناجم عن مصالح موظفي الدولة من الحزبين في استغلال التمويل والبرامج التربوية بوصفها رأس مال سياسي للتلاعب بالناخبين. نحن الآن في مرحلة تقنية مليئة بالإشبـاع الفوري، يقوّم فيهـا عامة الناس البرامج التربويـة، فيما يتطلع أولياء الأمور والناخبون إلى المعلمين، والإداريين، ومطوري المناهج لإصلاح المشكلات المجتمعيـة التي تظهر في بعض الغـرف الصّفية. وعلى الرغم من أن هذا اللوم والمسؤولية يبدوان غير منطقيين، فإن التربويين في حاجة إلى أن يكونوا مدعومين بقوة للدفاع عن مجـالات خبراتنا، ذلك أن البديل الرديء سيكون نظاماً تربويّاً تتحكم فيه أجندات السياسيين، أو مجموعات ذات مصالح مالية.

1) أديبة ومحاضرة أمريكية، كانت فاقدة للسمع والبصر، استطاعت التغلب على إعاقتها، وقد لُقّبت بمعجزة الإنسانية.

كتب هوارد غاردنر في الفيوتشرست (The Futrist)؛ مجلة تربوية تصدر عـن جامعة هارفـرد (2000) : «إذا لم تتغير المدارس سريعـاً وجذريّاً فستحلّ مكانها مؤسسات أكثر تجاوباً.» أفضل أن أكون أكثر تفاؤلاً، عملاً بنظرية تشارلز داروين «ليسـت الأنواع الأقوى هي التي تبقى على قيـد الحياة، ولا الأكثر ذكاء، ولكن الأكثر تجاوباً مع التغير».

لا أعتقد أن الرد الوحيد يكمن في التغير (الجذري والسريع) الذي طرحه غاردنر، بل باستجابة يجري التّخطيط لها جيداً باستخدام المعلومات الجديدة المستمدة من علم الأعصاب المتعلق بالتعلم. لذا، فإن حكمة هيلين كيلر بمواجهة التحـدي، والتصـرف بأننا مفكرون مطلعـون ومستقلون هي التـي ستمنح القوة لأصواتنا بصفتنا تربويين.

إذا أسهم هذا الكتاب في توفير إستراتيجيات قائمة على بحوث الدّماغ يمكن لك تطبيقها في غرف الصّف، أو المدارس التي تعمل بها، فإنك الآن أكثر قوة في علم التربية لمساعدة الطلاب على تحقيق أقصى قدراتهم الأكاديمية. تماماً كما أن الأسرة الفقيرة التي تعيش قرب المحيط تتلقى مساعدة أكبر بتعليمها كيفية صيـد الأسماك بدلاً من إعطائهـا كل يوم سمكة تأكلها، فإنك ستبني قوة تربوية من تعلمك كيفية التعامل مع صحة (بحوث الدّماغ) المستقبلية.

إن الدراسـات التي تدعي أنها (قائمـة على الدّماغ) ليست كلها صحيحة، ولا توجد وكالة توثيق تصـدَّق على ادعاءات الخبراء التربويين. إن إدارة الغذاء والدواء الأمريكية يجب أن تصدَّق على فعالية أي وصفات دواء جديد وسلامتها، سواء من ناحية الفاعلية أو التأثير. ولكن، لا توجد وكالة مراقبة مثل هذه لفحص الادعاءات التربوية.

يمكـن اللجوء إلى كثيـر من المعايير المطبقة للتحقـق من صحة البحوث الطبية لتقويم صحة الدراسات التربوية. في الدواء، يعدّ حجم العينة التي تخضع للدراسـة حاسماً. أيضاً، يجـب أن تكون لدينا مجموعـات ثنائية التعمية، حيث يقسّم الخاضعـون للدراسة إلى مجموعتين؛ تتنـاول إحداهما الدواء الحقيقي، والأخرى شيئـا آخر لا علاقة له بالدواء، ولا يعلم الخاضعون للتجربة أو الأطباء المشرفين من يتناول العلاج أو الدواء المراد دراسته. يوزع الخاضعون للدراسة عشوائيّـاً إلى المجموعتين، ثم تُكرّر التّجربة مع باحثين آخرين، ويجب أن تكون النتائـج التي يُتوصل إليها هي نفسها في كل مرة، إضافة إلى أنه يجب السيطرة على المتغيرات جميعها.

وبسبب عدم وجـود منظمات، كإدارة الغذاء والـدواء الأمريكية، لمراقبة التجارب، ولا مراقبة مدى أمان النظريات والمنتجات التربوية وجدواها، فإنه لا بدّ للتربويين من أن يحللوا بأنفسهم. عن طريق طرح الأسئلة والمطالبة ببيانات بحـوث لمعرفة أكانت النظريـة أو المنتج قد اختُبر في دراسـات كبيرة تتضمن مجموعـات ضابطة؟ ومحللي بيانات موضوعييـن، تستطيع أن تلقي بعبء إيجاد الدليـل على الشّخصـ أو المجموعة التـي طرحت المنتـج أو الإستراتيجية. إن القصصـ النادرة عن التقنيـات التي غيرت حياة الطلاب تظهـر نتائج مثالية. تماما كشهادات الأشخاص الذين تمكنوا من خسارة الوزن، فإن النتائج الفردية يمكـن أن تكون متغيرة إلى حد بعيد. وعليه، فإن التحليل الإحصائي لمجموعات كبيرة من الطلاب بات أمراً حاسماً.

ليس من الصعب علـى عديمي الضمير من أصحاب (الأساليب التربوية) عرضـ سلعتهم. إن البحث العلمي بطبيعة تطوّره تجريبي ومؤقت؛ ذلك أنه يعيد تقييـم البيانات دائماً، ولا سيّما عندما تتوافـر أدوات قياس أكثر تطوّرا. قبل أن

يكون لدينا (المرقاب) التلسكوب اللاسلكي المعروف بدقته ومداه، كانت الأدلة المتوافرة تشير إلى أن كوكب نبتون كان دائماً أقرب إلى الأرض من كوكب بلوتو. ولكن باستخدام أدوات قياس أفضل، وجد أن مدار بلوتو بيضوي الشكل. وعليه، فإن بلوتو يكون في بعض الأحيان أقرب إلى الشمس من مدار نبتون. حدثت هذه الظاهـرة في كانـون الثاني عام 1979 وحتى شباط 1999 حيـث كان نبتون أبعد كوكب عن الشمس.

إن البحث العلمي يتطوّر باستمرار نتيجة تطوّر التقنية، ودقة القياس، وازدياد خبـرة الباحثين في التعامل مع البيانات. تـدرك المجتمعات الطبية والعلميّة أن البيانـات عندما تخضع للتفسير فإن التقنية الأكثر دقـة ستقدم نتائج أكثر دقة وتحديـداً. يعتقد غير العلماء، ولا سيّما السياسين أو الشركات التي لها مصلحة مكتسبة من منهاج معين أو سياسة تربوية تؤيدها الحكومة، أن بإمكانهم الحصول على فوائد جمة من التغيرات في البحوث العلميّة لقراءة البيانات على نحو مغلوط يدعم مصالحهم المكتسبة. كانت هناك تفسيرات منحازة للتعليم بوساطة القراءة التي تعتمد على تحليل الكلمات إلى مقاطع وعلى الإملاء، أُطلقت من قبل شركات تمول المناهج المتعلقة بها، ومن قبل اللجان الحكومية الحزبية التي أوصت بها.

في عصـر التربية القائمة على الدليل، قلصـ الدليل العلمي الموضوعي، الـذي وفرته دراسات تصويـر الدّماغ، اعتمادنـا على الفلسفـة أو الرأي. فعند التفكيـر بإستراتيجية التّعليم، وعندما يسأل التربويون: أهناك دليل علمي يثبت أن هذا البرنامج مجدٍ؟ فإن ذلك يحمي الطلاب من البرامج العلميّة غير المثبتة علمياً. يضع الوعي بالمعرفة العلميّة الجديدة التربويين في الموقع الصحيح؛ وهو الإصرار بأن تظهر البرامج المستخدمة في مدارسهم ما تعلموه عن علم التّدريس وإستراتيجيات التعلم الفاعل التي تتوافق مع بحوث الدّماغ.

وعند تطبيق بحوث الدماغ في الغرف الصّفية، فإنها لا توجه عملية التعليم فحسب، بل تسمح للمعلمين أن ينشّطوا عقول الطلاب ويجعلوها مفعمة بالحيوية. وفـي حين يتواصل تعزيز البحوث، فـإن التحدي الذي على التربويين مواجهته هو تطوير إستراتيجيات جديدة واستخدامها، وهذا من شأنه جني ثمار هذه البحوث إلى الطلاب في غرفة الصّف. إن مواجهة هذا التحدي ستكون أمراً رائعاً. وكلما عرف التربويون أكثر عن تركيب الدّماغ ووظيفته، زاد استعدادنا لمواجهة هذا التحدي.

قائمة المصطلحات

إدراك ما وراء المعرفة: معرفة الشّخص المتعلقة بمعالجته للمعلومات والإستراتيجيّات التي تؤثر في تعلمه، والتي يمكن أن تدفع تعلمه المستقبلي إلى أقرب ما يمكن للكمال. عندما نحث الطلاب، بعد درس أو تقويم، على إدراك إستراتيجيات التعلم الناجحة التي استخدموها، فإن التفكير سيعزز الإستراتيجيّات الفاعلة لديهم.

الإندروفين: هرمون مؤلف من بيبتيدات متعددة يخدّر المستقبلات الموجودة أساساً في الدّماغ. عندما ينشط الإندروفين هذه المستقبلات فإن الأثر الناتج يحاكي على نحو طبيعي تأثير المخدر (الأفيون) في الحد من الإحساس بالألم، وزيادة الإحساس بالمتعة. ترتبط الزيادة في إفراز الإندروفين بالأنشطة والتمارين الممتعة.

أستيل كولين: ناقل عصبي يحفز مراكز دماغية عدّة تتضمن قرن آمون (الحصين) وجذع الدّماغ، ومقدم الدّماغ (حيث يحدث التعلم الجديد).

التّخطيط الكهربائيّ لأمواج الدّماغ (EGG): يقيس هذا النوع من التّخطيط النّشاط الكهربائيّ الذي يحدث بسبب حركة البث بين الخلايا العصبيّة وقشرة المخ.

التصوير المقطعي بالبوزوترونات المنبعثة (PET): تحقن نظائر مشعة مرتبطة بجزيئات الجلوكوز. وعندما يزداد نشاط جزء من الدّماغ تزداد حاجته إلى الجلوكوز والأكسجين. تطلق النظائر المرتبطة بالجلوكوز إشعاعات يمكن قياسها، تستخدم لرسم خرائط لنشاط مناطق من الدّماغ. كلما ازدادت نسبة النّشاط الإشعاعيّ، كان ذلك دليلاً على أن النّشاط الذي يحدث في تلك المنطقة من الدّماغ أكبر. يمكن

أن يظهر المسح بالتصوير المقطعي بالبوزوترونات المنبعثة تدفق الدم، والنّشاط الأيضيّ المستهلك للأكسجين والجلوكوز في أنسجة الدّماغ في أثناء عمله، وهو ما يُظهر كمية النّشاط الدّماغي في تلك المناطق، في حين يقوم الدّماغ بمعالجة المعلومات أو المُدخلات الحسية. إن أكبر عيب للمسح بهذا النوع من التّصوير هو أن استخدامه محصور في مراقبة المهمات القصيرة؛ بسبب اضمحلال النّشاط الإشعاعيّ سريعاً. إن تقنية التّصوير الوظيفي بالرّنين المغناطيسيّ الوظيفي (fMRI) الأحدث ليس فيها هذا التحديد للوقت. وعليه، أصبحت الوسيلة التي يفضل استخدامها في بحوث التعلم.

التّصوير المقطعي الأحادي الفوتون (SPECT): عندما تصل النظائر المشعة والباعثة لأشعة جاما إلى الدّماغ، تلتقط آلة تصوير خاصة بأشعة جاما البيانات التي يستخدمها الحاسوب لإنشاء صور ثنائية أو ثلاثية الأبعاد لمناطق الدّماغ النشطة. تعد صور هذا النوع من التّصوير أكثر محدودية، وأقل ثباتاً من التّصوير المقطعي (PET).

التّصوير المقطعي المحوسب (CT, CAT): يستخدم هذا المسح شعاعاً رفيعاً من الأشعة السّينيّة لإنشاء صور للدّماغ على شكل سلسة من الشرائح. يقدّر برنامج على الحاسوب مقدار الأشعة الذي امتُصَّ في مناطق صغيرة من مقطع عرضي من الدّماغ لإنتاج هذه الصور.

التّصوير الوظيفي للدّماغ (تصوير الأعصاب): استخدام تقنيات لعرض تركيب الدّماغ ووظيفته أو حالته البيوكيميائية، على نحو مباشر أو غير مباشر. يكشف تصوير **تركيب** الدّماغ الهيكل العام للدّماغ، في حين يوفر تصوير الأعصاب **الوظيفي** تصوراً لمعالجة المعلومات الحسية الوافدة إلى الدّماغ، والأوامر الصادرة عنه إلى الجسم. تصوّر هذه المعالجة مباشرة عندما (تضيء) مناطق من الدّماغ بسبب زيادة النّشاط الأيضيّ، أو تدفق الدم، أو استهلاك الأكسجين، أو امتصاص الجلوكوز. يكشف تصوير الدّماغ الوظيفي النّشاط العصبيّ في مناطق محددة من الدّماغ، في الوقت نفسه الذي يؤدّي الدّماغ فيه وظائف إدراكية منفصلة.

التّصوير الوظيفي بالرّنين المغناطيسيّ (fMRI): يستخدم هذا النوع من التّصوير الوظيفي للدّماغ الخصائص البارامغناطيسية للأكسجين الذي يحمله الهيموجلوبين في الدم، ليظهر أي تراكيب الدّماغ هي التي تنشط، وإلى أي مدى يكون هذا النّشاط خلال الأنشطة الإدراكية والأدائية المختلفة. أغلب بحوث التعلم، التي تستخدم المسح بالتّصوير بالرّنين المغناطيسيّ، تصوّر الخاضعين للدراسة عند تعرضهم لمثيرات بصرية، أو سمعية، أو حسية، ومن ثم تكشف تركيب الدّماغ الذي ينشط نتيجة هذه الخبرات (عند التعرض لها).

التّفرّعات في الخليّة العصبيّة: امتدادت بروتوبلازمية متفرعة من المحاور العصبيّة، أو جسم الخليّة العصبيّة. توصل التّفرّعات في الخليّة العصبيّة النبضات الكهربائيّة إلى الخلايا العصبيّة المجاورة. يمكن أن يملك العصب الواحد كثيراً من التّفرّعات في الخليّة العصبيّة. يزداد حجم التّفرّعات في الخليّة العصبيّة وعددها استجابة للمهارات التي عُلِّمَتْ، والخبرة، وتخزين المعلومات. تنمو التّفرّعات في الخليّة العصبيّة الجديدة كفروع من خلايا عصبيّة جرى تنشيطها باستمرار. تحفّز بروتينات تدعى نيوترفين، مثل عامل نموّ الأعصاب، هذا النموّ للتشعبات العصبيّة.

التّقليم: تُقلّم الخلايا العصبيّة (تُدمّر) عندما لا تستخدم. عند الطفل الرضيع، ينتج الدّماغ الخلايا العصبيّة والرّوابط بين خلايا الدّماغ (المشابك العصبيّة) على نحو مفرط، ثم يبدأ بتقليمها في سن الثالثة تقريباً. تحدث الموجة الثانية من تكوين المشابك العصبيّة قبيل سن البلوغ، وتليها مرحلة أخرى من التّقليم. يسمح التّقليم للدّماغ بأن يعزز التعلم من خلال التّقليم المتكرر للخلايا العصبيّة والمشابك غير المستخدمة، وتغليف الشبكات العصبيّة بالمادّة البيضاء (المايلين) المستخدمة عادة لتثبيتها وتقويتها.

تحت المهاد: الجزء من الدّماغ الذي يقع أسفل المهاد، والمسؤول عن ضبط حرارة الجسم، وعمليات أيض محددة، وغيرها من الأنشطة اللاإرادية التي تحافظ على حالة التوازن في الجسم (حالة فسيولوجية ثابتة).

تحفيز المخيخ: نظرية محتملة لتفسير الزيادة في تطوّر الفصوص الجبهيّة غير مكتملة التطوّر لدى المصابين باضطراب نقص الانتباه / وفرط النشاط. تقترح النظرية أن التمارين البدنية التي تؤثر في مراكز التوازن والتعاون في المخيخ، الموجودة في مؤخرة الدّماغ، ستحفز الفصّ الجبهيّ. تقوم هذه النظرية على قاعدة أن نحو نصف الخلايا العصبيّة في الدّماغ موجودة في المخيخ، وأن لكثير منها روابط مع الفصّ الجبهيّ. ومن المحتمل، مع أنه لم يثبت بعد، أن الزيادة في تحفيز المخيخ من شأنها تحفيز نموّ الخلايا العصبيّة في قشرة الفصّ الجبهيّ.

تخطيط أمواج الدّماغ الكمي (qEEG، رسم خرائط الدّماغ): توفر هذه المراقبة لموجات الدّماغ بيانات لرسم خرائط الدّماغ على أسس من التحديد الدقيق لمواقع أنماط الموجات الصادرة عن أجزاء الدّماغ المشاركة بنشاط في معالجة المعلومات. يستخدم تخطيط أمواج الدّماغ الكمي التقنية الرقمية؛ لتسجيل الأنماط الكهربائيّة على فروة الرأس، التي تمثل النّشاط الكهربائيّ في القشرة أو موجات الدّماغ. يزودنا هذا الفحص الوظيفي (بوساطة qEEG) بسجلات لتقويم استجابة الدّماغ للقراءة، والإصغاء، والرياضيات، أو المتطلبات الأخرى، ولتوفير ملخصات مرئية على شكل خرائط طبوغرافية دقيقة جدّاً.

التقسيم إلى أجزاء: لأن الذّاكرة العاملة لديها القدرة على التذكّر الفوري المحدود من خمس إلى تسع قطع من الأشياء غير المترابطة، فإنه في حال تقسيم المعلومات إلى قطع صغيرة بهذا العدد يمكن للطلاب أن يتذكّروها بنجاح أكبر.

تكوين الأنماط: عملية يلحظ من خلالها الدّماغ المُدخلات الحسية، ويولد الأنماط من خلال ربط المادّة المُتعلَّمة الجديدة بتلك المُتعلَّمة سابقاً، أو تقسيم المادّة إلى أنظمة من الأنماط كالتي استخدمها سابقاً. والتّعليم يعني زيادة الأنماط التي يمكن للطلاب استخدامها، وتعرّفها، والتعبير عنها. كلما ازدادت القدرة على رؤية الأنماط والتعامل معها تعززت الوظائف التّنفيذيّة تبعاً لذلك. وعندما تُقدم مادة جديدة بطريقة تجعل الطلاب يرون العلاقات بينها وبين المواد السابقة يمكن لهم توليد

نشاط أكبر في خلايا الدّماغ (أي تكوين مزيد من الوصلات العصبيّة)، والتوصل إلى أنماط تجعل الذّاكرة طويلة المدى أكثر نجاحاً في تخزين المعلومات واسترجاعها.

الجهاز الحوفيّ: مجموعة من التراكيب الدّماغية العميقة المترابطة التي لها علاقة بالشم، والعاطفة، والدافع، والسلوك، والوظائف اللاإرادية المختلفة. يتضمن الجهاز الحوفيّ المهاد، واللوزة، وقرن آمون، وأجزاء من الفصّين؛ الجبهيّ والصّدغيّ. إذا أصبح الجهاز الحوفيّ محفزاً أكثر مما يجب نتيجة مشاعر مثيرة للتوتر (تُشاهد على شكل نشاط أيضي عال يضيء هذه المناطق من الدّماغ) فإن المعلومات التي دُرِّست في ذلك الوقت ستنقل وتخزّن على نحو رديء في مراكز الذّاكرة طويلة المدى.

الخلايا العصبيّة: خلايا متخصصة في الدّماغ، وعلى امتداد الجهاز العصبيّ. تنقل النبضات الكهربائيّة من الدّماغ، وإليه، وداخله. تتألف الخلايا العصبيّة من جسم الخليّة الأساسي، ومحور عصبي واحد للإشارات الكهربائيّة الصادرة، وعدد متنوع من التّفرّعات في الخليّة العصبيّة للإشارات الكهربائيّة الواردة.

الدّوائر العصبيّة: تتواصل الخلايا العصبيّة بعضها مع بعض بإرسال رسائل مرمَّزة عبر الوصلات الكهروكيميائية. عندما يكون هناك تحفيز متكرر من نمط محدد بين المجموعة نفسها من الخلايا العصبيّة، فإن الدائرة التي تربط بينهم تصبح أكثر تطوّراً، وأكثر قابلية للتحفيز والاستجابة الفاعلين. ومن هنا ينتج من الممارسة (التحفيز المتكرر لمجموعة الخلايا العصبيّة المرتبطة على شكل دوائر عصبيّة) تذكّر أكثر نجاحاً للمعلومات.

الدوبامين: ناقل عصبي يرتبط ارتباطاً كبيراً بالانتباه، وصناعة القرارات، والوظائف التّنفيذيّة، ومكافأة تحفيز التعلم. باستخدام تصوير الأعصاب، وُجد أن إفراز الدوبامين يزداد استجابة للمكافآت والخبرات الإيجابيّة. أظهرت الصور زيادة في إفراز الدوبامين عندما كان الخاضعون للدراسة يلعبون ويضحكون ويتمرنون، ويتلقون تقديراً لإنجازاتهم (مدحهم مثلاً).

الذّاكرة الصّمّاء: هذا النوع من (الاستظهار) هو النوع الأكثر شيوعاً من الذّاكرة المطلوب من طلاب المرحلتين؛ الابتدائية والإعدادية. يتضمن هذا النوع من التعلم (الحفظ

غيباً) ثم النسيان السريع للحقائق، التي غالباً ما لا تكون ذات أهمية أو قيمة بالنسبة إلى الطالب، وذلك مثل قائمة من المفردات. إنّ الحقائق التي تحفظ عن طريق قراءتها مراراً وتكراراً، ودون أن يكون لها أنماط أو علاقات واضحة تمكّن الطالب من التفاعل معها، تحفظ في الذّاكرة الصّمّاء. ونظراً لأنه ليس لهذه المعلومات سياق أو علاقات تربط بعضها ببعض بالنسبة إلى الطلاب، فإنها تُخزّن في المناطق البعيدة من الدّماغ. من الصعب استرجاع هذا الفتات المنعزل لاحقاً؛ لأن المسالك العصبيّة المؤدية إلى أنظمة التخزين البعيدة تلك قليلة جدّاً.

الذّاكرة العاملة (الذّاكرة قصيرة المدى): يمكن لهذه الذّاكرة أن تحتفظ بالمعلومات وتعالجها للاستخدام في المستقبل القريب. يُحتفظ بالمعلومات في الذّاكرة العاملة زهاء دقيقة فقط. تقدر مدّة عمل هذه الذّاكرة عند الشباب البالغين (وهي أقل عند الأطفال والبالغين الكبار) بسبعة أرقام، وستة أحرف، وخمس كلمات.

الذّاكرة العرضية: ذاكرة مختصة بأحداث السيرة الذاتية؛ كالزمان، والمكان، والمشاعر المرتبطة بهما. وهذه ترتبط عادة بالتعرض لتجربة ما، أو حدث عرضي يُسترجع من الذاكرة لاحقاً بتفاصيل متعددة الحواس.

الذّاكرة الوميضية: يمكن أن تُسترجع الأحداث المليئة بالمشاعر بتفاصيل دقيقة إذا ما أعقبت حدثاً شخصيّاً مهمّاً جدّاً. ينجم عن هذه الذّكريات الوميضية ذكريات ترابطية قوية، مثل: ماذا كنت تفعل عندما شاهدت أو سمعت ذاك الحدث؟ نُقّاد هذه النظرية يدّعون بأن الذّكريات الوميضية لا يتم تذكّرها على نحو أكبر من الذّكريات العادية، بل تُسترجع من الذاكرة على نحو أكثر حيوية؛ لأن الناس يناقشون (يسترجعون) هذه الأحداث المهمة باستمرار.

ذكريات الأحداث: الذّكريات المرتبطة بأحداث مشحونة عاطفيّاً أو حسيّاً (مدخلات حسية قوية). تشير نظرية التذكّر إلى أن استفزاز الذّاكرة، أو الأحداث المؤثرة، يمكن أن ترتبط بالمعلومات الأكاديمية لزيادة الأهمية لتلك المعلومات، ومن ثمّ زيادة القدرة على التخزين في الذّاكرة. يمكن أن يعزز تذكّرُ الحدث المهم عاطفيّاً،

الـذي ارتبطت به المعلومات الأكاديمية (مثـل المفاجأة)، تذكّرَ المادّة الأكاديمية لاحقاً عند تذكُّرِ ذلك الحدث.

الراشح الانفعالي: حالة من التوتر لدى الطلاب، لا يستجيبون خلالها لمعالجة المعلومات الجديدة ولا تعلمها ولا تخزينها. عُرف هذا الراشح الانفعالي بالدليل المادي، بتصوير الأعصاب من اللوزة، التي أصبح لديها فرط في النّشاط الأيضيّ خلال مُدد التوتر العالي. في هذه الحالة من فرط التحفيز، لا تعبر المعلومات الجديدة اللوزة لتصل إلى مراكز معالجة المعلومات في الدّماغ.

رسم خرائط الدّماغ: باستخدام التّخطيط الكهربائيّ للدّماغ (EEG) فإنه يمكن، مع مرور الوقت لرسم خرائط الدّماغ، قياس النّشاط الكهربائيّ الذي يمثل نشاط المسالك العصبيّة. تسمح هذه التقنية للعلماء معرفة أيّ أجزاء الدّماغ هي التي تنشط عندما يعالج شخص معلومات في أثنـاء مراحل مختلفة من استيعاب المعلومات، وتكوين الأنماط، والتخزين، والاسترجاع. ترتبط مستويات النّشاط في مناطق الدّماغ بمدى كثافة معالجة المعلومات.

السيروتونين: ناقل عصبي يستخـدم لنقل الرسائل بين الخلايـا العصبيّة. القليل منه يمكن أن يكون سبباً في حدوث الاكتئاب. تزداد التّفرّعات في الخليّة العصبيّة بإفراز هـذا الناقل من الدّماغ عادة ما بين الساعة السادسة والثامنة من النوم (ليس نوم حركة العين السريعة).

غذاء التّفرّعات في الخليّة العصبيّة: اسم تحبّب لنشاط الطلاب في تلخيص المعلومات الجديدة بكلماتهم، وتسجيلها تحت اسم (غذاء التّفرّعات في الخليّة العصبيّة). تشير هذه العبارة إلى حقيقة أن التعلم الجديد، عندما يأخذ شكلاً ماديّاً في الدّماغ، يرافقه نموّ مزيد من الرّوابط بين الخلايا العصبيّة تعرف بالتّفرّعات في الخليّة العصبيّة.

فـرط النّشاط الأيضيّ: إن الاستخدام المتزايد (الاستخدام البيولوجي) للأكسجين أو الجلوكـوز لتزويد الخلايا العصبيّة بالوقود، يظهـر لدى عمل مسح بالأشعة. مثلاً، عندما تكون اللوزة في حالة نشاط أيضي عالٍ بسبب الإفراط في التوتر، فإن المسالك المؤديـة إلـى أماكن التخزين في الذّاكرة عبر اللوزة تُغْلَـق. وفي هذه الحالة تُظْهر

صور المسح نقصاً في النّشاط الأيضيّ في مراكز التفكير والذّاكرة طويلة المدى بعد اللوزة. وبتعبير آخر، عندما يكون هناك إفراط في تحفيز الجهاز الحوفيّ، ولا سيّما اللوزة، نتيجة التوتر العالي فإنهما يتعرضان لنشاط عصبي أيضي عالٍ، فلا تتمكن المعلومات الجديدة من المرور عبرهما إلى مناطق التخزين والتفكير في الدّماغ.

الفصّ الجبهيّ: فيما يتعلق بالتعلم، يحتوي الفصّ الجبهيّ على مراكز الوظائف التّنفيذيّة التي تنظم المعلومات وترتبها، وتساعد على اكتساب اللغة، وتركيز الانتباه.

الفصّ الجداري: تعالج الفصوصُ الجدارية الموجودة في كل جانب من جانبي الدّماغ البياناتِ الحسيةَ وغيرها من الوظائف.

الفصّ الصّدغيّ الأوسط (MTL): المناطق الموجودة في الجانب الداخلي من كل فصٍّ جبهي، والتي ترتبط بقشرة مقدم الفصّ الجبهيّ على شكل دائرة. يربط الفصّ الصّدغيّ بين العناصر المنفصلة لخبرة ما، لتصبح على شكل ذاكرة متكاملة. تتضمن هذه المنطقة من الدّماغ مناطق مهمة عدة من أجل تكوين أكثر من ذاكرة جديدة، وفي ذلك قرن آمون.

الفصّ القذاليّ (مناطق الذّاكرة البصريّة): الفصّ الخلفي من الدّماغ، يعالج المُدخلات البصريّة، من بين وظائف أخرى.

الفصوص الصّدغيّة: تعالج هذه الفصوصُ الموجودة على جانبي الدّماغ المُدخلاتِ السّمعيّةَ واللفظيةَ، وتميز اللغات والأصوات، والتعلم، واستقرار المزاج، وذلك عبر نتوء الألياف المؤدي إلى الجهاز الحوفيّ.

فكّ ترميز المُدخلات الحسية: أي معلومات أو تعلم جديد يجب أن يدخل الدّماغ عبر واحدة أو أكثر من الحواس (السمع، البصر/التصور، اللمس، التذوق، الشم، والمشاعر). في البداية، يُفكّ ترميز المعلومات بوساطة مستقبلات حسية في الجسم متخصصة في الحواس. ومن هناك، تنتقل المعلومات عبر الأعصاب في الجلد أو الجسم إلى النخاع الشّوكيّ، ومن ثم صعوداً إلى جهاز التنشيط الشبكي، وإلى جزء متخصص من الدّماغ يُفسِّر (فكّ الترميز) المُدخلات القادمة من الحواس.

قرن أمون (الحصين): نتوء في البطين الوحشي للدّماغ، يتألف أساساً من المادّة الرّماديّة، وله دور أساس في عمليات الذّاكرة. يستقبل قرن أمون المُدخلات الحسية ويدمجها مع الأنماط العلائقيّة، ومن ثمّ يربط الجوانب المنفصلة للخبرة على صورة أنماط يمكن تخزينها في الذّاكرة العلائقيّة.

القشرة الحسية الجلدية: توجد واحدة في كل فص من فصوص الدّماغ الداخلية، حيث تُعالَجُ في النهاية المُدخلاتُ القادمةُ من الحواس الخمس (السمع، واللمس، والتذوق، والبصر، والشم).

قشرة مقدم الفصّ الجبهيّ: الجزء الأمامي من الفصّ الجبهيّ للدّماغ، الذي يستجيب لمعالجة الأحداث والذّاكرة.

كالبين: يؤدي هذا الإنزيم إلى تدمير الخلايا بفعل فائض أيونات الكالسيوم. تحتاج الخلايا إلى الدم لجلب الغذاء، والتخلص من الفضلات، مثل الكالسيوم الفائض. الخلايا التي لا تُنشّط كثيراً لا ترسل رسائل إلى الجهاز الدوراني لإرسال الدم إليها. هذا الانخفاض في تدفق الدم يعني عدم التخلص من أيونات الكالسيوم التي تتراكم حول الخليّة. إن تراكم أيونات الكالسيوم هذا يحفِّز إفراز إنزيم الكالبين الذي يجعل الخلايا تقوم بعملية تدمير ذاتي. هذه الآلية المحتملة تفسر عملية التّقليم الذي يدمر خلايا الدّماغ التي لا تُستخدم بناء على ظاهرة (استعملها أو تخلص منها).

اللدونة: تكوين التّفرّعات في الخليّة العصبيّة، وتدمير الخلايا والتّفرّعات في الخليّة العصبيّة (التّقليم)، اللذين يسمحان للدّماغ بإعادة تكوين شبكة المسالك العصبيّة، التي تجمع بين التّفرّعات في الخليّة العصبيّة والخلايا العصبيّة، وتعرّفها استجابة للزيادة أو النقص في استخدام هذه المسالك.

اللوزة: جزء من الجهاز الحوفيّ في الفصّ الصّدغيّ من الدّماغ. في البداية، كان يُعتقد أنها تعمل مركزاً دماغيّاً يستجيب للقلق والتوتر فقط. عندما تشعر اللوزة بالتهديد تصبح مفرطة في نشاطها (زيادة في النّشاط الأيضيّ يمكن رؤيته من خلال الزيادة الكبيرة في استخدام اللوزة للجلوكوز المشع والأكسجين، ويرى ذلك بوساطة المسح

بوساطـة التّصويرين؛ الطّبقـيّ والرّنين المغناطيسيّ). شوهـدت هذه النتائج في تصويـر الأعصاب لدى الطلاب عندما كانوا يشعرون بالعجز والقلق. عندما تكون اللوزة في حالة التوتر، أو الخوف، أو القلق المؤدي إلى فرط نشاطها، فإن المعلومات الجديـدة القادمة عبر مناطق الاستيعاب الحسي في الدّماغ لا تستطيع المرور عبر الراشح الانفعالي في اللوزة لتصل إلى دوائر الذّاكرة.

المـادّة الرّماديّـة: اللون البني المائل إلى الرمادي لأجسام الخلايا والتّفرّعات في الخليّة العصبيّـة في الدّماغ والنخاع الشّوكيّ (مقابل المـادّة البيضاء، التي تتألف أساساً من نسيج داعم).

مركـز بـروكا للغة: بالنسبة إلى 90% من الأشخاص، يقع مركز معالجة اللغة هذا، الذي يتحكم في حركات النطق، في الجانب الأيسر من الفصّ الجبهيّ بجانب قرن أمون.

مركز فيرنك للغة: منطقة في مؤخرة الفصّ الصّدغيّ، تكون عادة في النصف الأيسر، ولها علاقة بتعرف الألفاظ.

مستوى بقاء الانتباه: في الوضع المثالي، يكون الطلاب في مستوى من الانتباه أعلى من ذلك الموجود لمواصلة بقائه، ويستطيعون توجيه انتباههم إلى ما هو أعلى من مجرد تجنـب التشتت. ولكنّ كثيراً من التوتر قد يدفعهـم للهبوط نحو المستوى الأساسي وهو استمرار الانتباه. يمكن أن يظهر هذا عندما يشعرون بالتشوش والارتباك بسبب تجربة صفية لم يستطيعوا خلالها الارتباط بها، أو التشديد عليها، أو تكوين الأنماط والمعنى من بيانات المُدخلات الحسية للدرس.

المشابك العصبيّة: هذه الفجوات بين النهايات العصبيّة هي حيث تحمل النواقلُ العصبيّة، مثل الدوباميـن، المعلوماتِ عبر الفراغ الذي يفصل امتـدادات المحاور العصبيّة للخليـة العصبيّة عن التّفرّعات في الخليّـة العصبيّة للخلية العصبيّة المجاورة في الممر. قبل عبور المشبك العصبيّ وبعده بصفتها رسالة كيميائية، تُحمل المعلومات بحالة كهربائية عند تنقلها عبر العصب.

منطقة التنمية القريبة (ZPD): تتضمن (منطقةُ الاستعداد)، لليف فيجوتسكي، الأحداثَ أو الموضوعات التي يكون الطالب على استعداد لتعلمها. إن منطقة التنمية القريبة هي الفجوة ما بين مستوى تطوّر الطالب الحالي أو الفعلي ومستوى تطوّره/ها الممكن. وهي مجموعة المعارف التي لم يفهمها الطالب بعد، لكن لديه القدرة على تعلمها مع التوجيه.

المهاد: يعالج المهاد المُدخلات الحسية الأصلية، ويحدد ما إذا كانت ستبقى في منطقة الوعي المؤقت من الذّاكرة أو أن تُعطى انتباهاً أطول. إذا عولجت بأنها أكثر من مجرد وعي عابر، تمر هذه المُدخلات الحسية عبر المهاد إلى الخلايا العصبيّة في اللوزة.

نظام التنشيط الشبكي (RAS): يرشّح هذا الجزء السفلي من مؤخرة الدّماغ المثيرات الواردة كلّها، واتخاذ (القرار)، ومثال ذلك ما ينوي الشّخص استحضاره أو تجاهله. إضافة إلى أن هذا النظام ينبه الدّماغ للمدخلات الحسية التي ترسلها المستقبلات الحسية في الجسم عبر النخاع الشّوكيّ. إن الحاجة الجسدية، والاختيار، والتجديد هي الأشياء الرئيسة التي تجذب انتباه نظام التنشيط الشبكي، ومن ثَمَّ انتباه الطالب.

نظريات تعزيز التعلم: نظريات (مثل التعلم المرتبط بالمكافأة والدوبامين) قائمة على افتراض أنّ الدّماغ يجد بعض حالات التحفيز مرغوبة أكثر من غيرها، ويربط بين مثيرات محددة وهذه الحالات أو الأهداف المرغوبة.

نموذج التقويم بالكتابة السريعة: طريقة يكتب فيها الطلاب أفكارهم دون التوقف لتدقيق النحو، أو الإملاء، أو الترقيم، أو حتى التفكير قبل الكتابة. يفكر الطلاب لدقيقة واحدة، ومن ثم يكتبون دون توقف مدة دقيقتين أو ثلاث عن موضوع ما. هذه الكتابات السريعة يمكن أن تستخدم لاحقاً للكتابة بالتفصيل عن الموضوع.

النواقل العصبيّة: بروتينات في الدّماغ تطلقها النبضات الكهربائيّة في جانب واحد من جوانب المشابك العصبيّة، لتطفو بعد ذلك عبر الفجوة المتشابكة، ناقلة معها المعلومات لتحفيز النهايات العصبيّة اللاحقة ضمن المسلك العصبيّ. وحال قيام النهايات العصبيّة بامتصاص الناقل العصبيّ، يُعاد تنشيط النبضة العصبيّة

لتنتقل إلى العصب المجاور... إلخ. تتضمن النواقل العصبيّة في الدّماغ كلّاً من: السيروتونين، والتريبتوفان، والأستيلكولين، والدوبامين، وغيرها من النواقل التي تنقل المعلومات عبر المشابك العصبيّة. عندما تُسْتَنْزَفُ النواقل العصبيّة، بسبب كثافة المعلومات التي تنتقل عبر الدّوائر العصبيّة دون استراحة، فإن سرعة النقل عبر العصب تنخفض إلى مستوى أقل فاعلية.

نوم حركة العين السريعة (REM): (نوم الأحلام) المرتبط بحركة العين السريعة (REM). خلال النوم بغير وضعية حركة العين السريعة تكون كفاية التخزين في الذّاكرة الأكثر فاعلية. هذه المدّة من النوم بغير وضعية حركة العين السريعة هي التي يقوم خلالها الدّماغ بتحويل الذّكريات الجديدة إلى ذكريات في الذّاكرة طويلة المدى، بتكوين التّفرّعات وزيادتها في الخليّة العصبيّة. هذا الرّبط المحكم للمعلومات المتعلمة خلال اليوم يؤدي إلى تخزينها في الذّاكرة.

نيوروتروفين (عامل نموّ العصب): بروتينات تحفز نموّ الخلايا العصبيّة. يطلق النيوتروفين خلال النوم بكميات أكبر، وعليه، يزداد تكوُّن التّفرّعات في الخليّة العصبيّة المتفرعة بين الخلايا العصبيّة.

الهرمون المنشط للغدة الكظرية (ACTH): هرمون يؤدي إلى إفراز الكورتيزون الذي له تأثير منبه إيجابي. يُطْلَقُ استجابة لمفاجأة ما، أو لشيء جديد، أو للعلاقات الشّخصيّة. عندما ترتبط هذه المشاعر بالشيء المُتَعلَّم الجديد يحفز إفراز هذا الهرمون نموّ مزيد من التّفرّعات في الخليّة العصبيّة والمشابك العصبيّة، التي تربط بين الخلايا العصبيّة، ومن ثمّ تُنْشأ دوائر وروابط إضافية بين المعلومات الجديدة.

الوظيفة التّنفيذيّة: المعالجة الإدراكية للمعلومات التي تحدث في الجهة اليسرى من قشرة الفصّ الجبهيّ ومقدم الفصّ الجبهيّ، وهي تمارس الضبط الواعي لمشاعر الفرد وأفكاره. يسمح هذا الضبط باستخدام المعلومات المصنفة في: التنظيم، والتحليل، والتصنيف، والرّبط، والتّخطيط، وترتيب الأولويات، والتسلسل، والمراقبة الذاتية، والتصحيح الذاتي، والتقويم، والتفكير المجرد، وحل المشكلات، وجلب الانتباه، وربط المعلومات بالأفعال المناسبة.

الوعي: الانتباه في اللحظة الراهنة.

المراجع

Alexopoulou, E., & Driver, R. (1996). Small–group discussion in physics: Peerinteraction modes in pairs and fours. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(10), 1099–1114.

Andreasen, N. C., O'Leary, D. S., Paradiso, S., Cizadlo, T., Arndt, S., Watkins, G.L., et al. (1999). The cerebellum plays a role in conscious episodic memory retrieval. *Human Brain Mapping*, 8(4), 226–234.

Antil, L., Jenkins, J., & Watkins, S. (1998). Cooperative learning: Prevalence,conceptualizations, and the relation between research and practice. *American Educational Research Journal*, 35(3), 419–454.

Ashby, C. R., Thanos, P. K., Katana, J. M., Michaelides, E. L., Gardner, C. A., & Heidbreder, N. D. (1999). The selective dopamine antagonist. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 81(1), 190–197.

Bandura, A., & Schunk, D. H. (1981). Cultivating competence, self–efficacy, and intrinsic interest through proximal self–motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41, 568–578.

Bangert–Downs, R. L., Kulik, C. C., Kulick, J. A., & Morgan, M. (1991). The instructional effects of feedback in test–like events. *Review of Educational Research*, 61(2), 213–238.

Bernard, B. (1991). *Moving toward a just and vital culture: Multiculturalism in our schools.* Portland, OR: Northwest Regional Educational Laboratory.

Bjorkland, D. F., & Brown, R. D. (1998). Physical play and cognitive development: Integrating activity, cognition, and education. *Child Development*, 69(3), 604–606.

Black, J. E., Isaacs, K. R., Anderson, B. J., Alcantara, A. A., & Greenough, W. T. (1990). Learning causes synaptogenesis in cerebral cortex of adult rats. *Proceedings of the National Academy of Science*, 87, 5568–5572.

Bliss, T. V. P., & Collinridge, G. L. (1993). A synaptic model of memory: Longterm potentiation in the hippocampus. *Nature*, 361, 31–39.

Boggiano, A. (1993). Use of techniques promoting students' self–determination: Effects on students' analytic problem–solving skills. *Motivation and Emotion*, 17, 319–336.

Brewer, J., Zhao, Z., Desmond, J., Glover, G., & Gabrieli, J. (1998). Making memories: Brain activity that predicts how well visual experience will be remembered. Science, 281(5380), 1185–1187.

Brophy, J. (1981). Teacher praise: A functional analysis. *Review of Educational Research*, 51, 5–32.

Bull, B. L., & Wittrock, M. C. (1973). Imagery in the learning of verbal definitions. *British Journal of Educational Psychology*, 43, 289–293.

Calonico, J., & Calonico, B. (1972). Classroom interaction: A sociological approach. *Journal of Educational Research*, 66(4), 165–169.

Cameron, J., & Pierce, W. D. (1994). Reinforcement, reward, and intrinsic motivation: A meta–analysis. *Review of Educational Research*, 64(93),363–422.

Chen, Z. (1999). Schema induction in children's analogical problem solving. Journal of Educational Psychology, 91(4), 703–715.

Christianson, S. A. (1992). Emotional stress and eyewitness memory: A critical review. Psychological Bulletin, 112(2), 284–309.

Chugani, H., (1998). Biological basis of emotions: Brain systems and brain development. *Pediatrics*, 102, 1225–1229.

Chugani, H. T., & Phelps, M. E. (1991). Imaging human brain development with positron emission tomography. *Journal of Nuclear Medicine*, 32(1), 23–26.

Cohen, E. (1986). *Designing groupwork: Strategies for the heterogeneous classroom.* New York: Teachers College Press.

Cottle, M. (2005, March 11). That's life: Media glare. *The New Republic.*

Coward, L. A. (1990). *Pattern thinking.* New York: Praeger.

Diamond, M., & Hopson, J. (1998). *Magic trees of the mind.* New York: Dutton

Dozier, R., Jr. (1998). *Fear itself.* New York: St. Martin's Press.

Druyan, S. (1997). Effects of the kinesthetic conflict on promoting scientific reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), 1083–1099.

Duman, M. (1999). Neural plasticity to stress and antidepressant treatment. *Biological Psychiatry*, 46(9), 1181–1191.

Dunston, P. J. (1992). A critique of graphic organizer research. *Reading Research and Instruction*, 31(2), 57–65.

Durkin, K. (1995). *Developmental social psychology.* Cambridge, MA: Blackwell.

Eich, E. (1995). Searching for mood dependent memory. *Psychological Science*, 6, 67–75.

Erikson, E. (1968). *A way of looking at things.* International Encyclopedia of the Social Sciences, New York: Crowell–Collier, 286–292.

Fife, J. (1999). Response to Pygmalion in the classroom or Pygmalion as an example of the quality principles. *The National Teaching and Learning Forum*, 8(4).

Flick, L. (1992). Where concepts meet percepts. Stimulating analogical thought in children. *Science and Education*, 75(2), 215–230.

Frank, M., Issa, N., & Stryker, M. (2001). Sleep enhances plasticity in the developing visual cortex. *Neuron*, 30(1), 275–297.

Fuchs, J. L., Montemayor, M., & Greenough, W. T. (1990). Effect of environmental complexity on size of the superior colliculus. *Behavioral and Neural Biology*, 54(2), 198–203.

Gabrieli, J. (2000). New terrain: Mapping the human brain. *Neuron*, 25(2), 493–500.

Gates, B. (2005). Prepared remarks for the National Education Summit on High Schools. Retrieved April 10, 2006, from the Bill and Melinda Gates Foundation Web site: http://www.gatesfoundation.org/MediaCenter/Speeches/BillgSpeeches/BGSpeechNGA-050226.htm.

Gerlic, I., & Jausovec, N. (1999). Multimedia: Differences in cognitive processes observed with EEG. *Educational Technology Research and Development*, 47(3), 5–14.

Giedd, J., Blumenthal, J., Jeffries, N., Castellanos, F., Liu, H., Zijdenbos, A., et al. (1999). Brain development during childhood and adolescence: A longitudinal MRI study. Nature Neuroscience, 2: 861–863.

Giedd, J. N., Gogtay, N., Lusk, L., Hayashi, K. M., Greenstein, D. Vaituzis, A. C., et al. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(21), 8174–8179.

Goleman, D. (1995). *Emotional intelligence.* New York: Bantam Books.

Greenough, W. T., & Anderson, B. J. (1991). Cerebellar synaptic plasticity. Relation to learning versus neural activity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 627, 231–247.

Greenough, W. T., Withers, G., & Anderson, B. (1992). Experience–dependent synaptogenesis as a plausible memory mechanism. In I. Gormezano & E. A. Wasserman (Eds.), *Learning and memory: The behavioral and biological substrates* (pp. 209–229). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Hallowell, E. M., & Thompson, M. G. (1993). *Finding the heart of the child.* Washington, DC: National Association of Independent Schools.

Healy, J. (1990). *Endangered minds: Why our children don't think.* New York: Touchstone.

Hewson, M. G., & Hewson, P. W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. Journal of Research in Science Teaching, 20, 721–743.

Introini–Collision, I. B., Miyazaki, B., & McGaugh, J. L. (1991). Involvement of the amygdala in the memory–enhancing effects of clenbuterol. *Psychopharmacology*, 104(4), 541–544.

Jancke, L. (2000). Cortical activations in primary and secondary motor areas for complex bimanual movements in professional pianists. Cognitive Brain Research, 10(1–2), 177–183.

Jenkins, J. R., Stein, M. L., & Wysocki, K. (1984). Learning vocabulary through reading. *American Educational Research Journal*, 21(4), 767–787.

Jernigan, T. L., & Tallal, P. (1990). Late childhood changes in brain morphology observable with MRI. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 32(5), 379–385.

Johnson, D., & Johnson, R. (1984). *Learning together and learning alone: Cooperation, competition and individualization.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice– Hall.

Johnson, D., & Johnson, R. (1992). Encouraging thinking through constructive controversy. In N. Davidson, & T. Worsham, (Eds.), *Enhancing thinking through cooperative learning. New York: Teachers College Press*, 120–137.

Kang, H., Shelton, D., Welcher, A., & Schuman, E. M. (1997). Neurotrophins and time: Different roles for TrkB signaling in hippocampal long–term potentiation. *Neuron*, 19, 653–664.

Kato, N., & McEwen, B. (2003). Neuromechanisms of emotions and memory. *Neuroendocrinology*, 11, 03, 54–58.

Koechlin et al. (1999). Relational memory by cross–curriculum. *Nature*, 399(6732), 148–151.

Kohn, A. (1993). Why incentive plans cannot work. *Harvard Business Review*, 71(5), 54–63.

Kohn, A. (2004). Feel–bad education: The cult of rigor and the loss of joy. *Education Week*, 24(3), 36, 44.

Koutstaal, W., Buckner, R. L., Schacter, D., & Rosen, B. R. Fourth annual meeting of the Cognitive Neuroscience Society, March 23–25, 1997, Boston.

Kumar, D. D. (1991). A meta–analysis of the relationship between science instruction and student engagement. *Educational Review*, 43(1), 40–66.

Lavoie, R. (2005). *It's so much work to be your friend.* New York: Simon & Schuster.

Martin, R. C. (1993). Short–term memory and sentence processing: Evidence from neuropsychology. *Memory and Cognition*, 21(2), 173–183.

Martin, S. J., & Morris, R. G. M. (2002). New life in an old idea: The synaptic plasticity and memory hypothesis revisited. *Hippocampus 12*, 609–636.

McEwen, M (1999). Stress and hippocampal plasticity. *Annual Review of Neuroscience*, 22, 105–122.

McGaugh J. L., Introini–Collision, I. B., Nagahara, A. H., Cahill, L., Brioni, J. D., & Castellano, C. (1990). Involvement of the amygdaloid complex in neuromodulatory influences on memory storage. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 14(4), 425–431.

McGroarty, M. (1989). The benefits of cooperative learning arrangements in second language instruction. *National Association for Bilingual Association Journal*, 13(2), 127–143.

Meece, J. L., Wigfield, A., & Eccles, J. S. (1990). Predictors of math anxiety and its influence on young adolescents' course enrollment intentions and performance in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 8, 60–70.

Mueller, C. M., & Dweck, C. S. (1998). Intelligence praise can undermine motivation and performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75(1), 33–52.

Naime, J. S. (2002). Remembering over the short–term: The case against the standard model. *Annual Review of Psychology*, 53(2), 53–81.

Neisser, U., & Harsch, N. (1992). Phantom flashbulbs: False recollections of hearing news about Challenger. In E. Winograd & U. Neisse (Eds.), *Affect and accuracy in recall: Studies of 'flashbulb" memories* (pp. 9–31). New York: Cambridge University Press.

Nunley, K. F. (2000). In defense of the oral defense. *Classroom Leadership*, 3(5), 60.

Nunley, K. F. (2002). Active research leads to active classrooms. *Principal Leadership*, 2(7), 53–61.

Nuthall, G. (1999). The way students learn: Acquiring knowledge from an integrated science and social studies unit. *Elementary School Journal*, 99(4), 303–341.

Nuthall, G., & Alton–Lee, A. (1995). Assessing classroom learning. How students use their knowledge and experience to answer classroom achievement test questions in science and social studies. *American Educational Research Journal*, 32(1), 185–223. O'Grady, W., Do–brovolsky, M., and Aronoff, M. (Eds.) (1997). *Contemporary lin–guistics: An introduction.* New York: St. Martin's Press.

Olds, J. (1992). Mapping the mind onto the brain. In F. Worden, J. Swazey, & G. Adelman, *The Neurosciences, Paths of Discovery.* Boston, MA: Birkhauser.

Olff, P. (1999). Stress, depression and immunity: The role of defense and coping styles. *Psychiatry Research*, 85,(1), 7–15.

Olsen, K. (1995). *Science continuum of concepts for grades K–6* . Kent, WA: Center for the Future of Public of Education.

O'Reilly, R., & Rudy, J. (2000). Hippocampus, 10(4), 389–397.

Parker, R. (2002). A place to belong. *Independent Schools Maga–zine*, 50(2).

Patrick, B. C., Skinner, E. A., & Connell, J. P. (1993). What motivates chil–dren's behavior and emotion? Joint effects of perceived control and autonomy in the academic domain. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, 781–791.

Pawlak, R., Magarinos, A. M., Melchor, J., McEwen, B., & Strickland, S. (2003, February). Tissue plasminogen activator in the amygdala is critical for stress–induced anxiety–like behavior. *Nature Neuro–science*, 168–174.

Peterson, P. L., Carpenter, T. P., & Fennema, E. (1989). Teachers' knowl–edge of students' knowledge in mathematics problem solving: Correlation and case analysis. *Journal of Educational Psychol–ogy*, 91(4), 558–569.

Pressley, M., Goodchild, F., Fleet, J., Zajchowski, R., & Evans, E. D. (1989). The challenges of classroom strategy instruction. *Elementary School Journal*, 89, 301–342.

Pressley, M., Symons, S., McDaniel, M., Snyder, B. L., & Turnure, J. E. (1998). Elaborative interrogation facilitates acquisition of confusing facts. *Journal of Educational Psychology*, 80, 268–278.

Pressley, M., Wood, E., Woloshyn, V., Martin, V., King, A., & Menke, D. (1992). Encouraging mindful use of prior knowledge: Attempting to construct explanatory answers facilitates learning. *Educational Psychologist*, 27(1), 91–109.

Pulvirenti, L. (1992). Neural plasticity and memory: Towards an integrated view. *Functional Neurology*, 7(6), 481–490.

Redfield, D. L., & Rousseau, E. W. (1981). A meta–analysis of experimental research on teacher questioning behavior. *Review of Educational Research*, 51(2), 237–245.

Reeve, J. (1996). The interest–enjoyment distinction in intrinsic motiva–tion. *Motivation and Emotion*, 13, 83–103.

Reeve, J., & Bolt, E. (1999, September). Student–centered classrooms and the teaching styles they exhibit. *The Journal of Educational Psy–chology*, 91(3), 537–548.

Robinson, D. H., & Kiewra, K. A. (1996). Visual argument: Graphic organizers are superior to outlines in improving learning from text. *Journal of Educational Psychology*, 87(3), 455–467.

Rose, F. D., Davey, M. J., & Attree, E. A. (1993). How does environmental enrichment aid performance following cortical injury in the rat? *Neuroreport*, 4(2), 163–166.

Rosenthal, R., & Jacobson, L. (1992). *Pygmalion in the classroom: Teacher expectation and pupils' intellectual development.* New York: Irvington.

Ross, J. A. (1988). Controlling variables: A metaanalysis of training studies. *Review of Educational Research*, 58(4), 405–437.

Rossi, E. L., & Nimmons, D. (1991). *The 20–minute break: Reduce stress, maximize performance, and improve health and emotional well–being using the new science of ultradian rhythms.* Los Angeles: Tarcher.

Rubin, B. (2005, March 10). American kids gorging on a diet of media, report finds. Chicago Tribune, p. 1.

Ryan, A. (1998). Why do some students avoid asking for help? *Journal of Educational Psychology*, 90(3), 528–535.

Schab, F. R. (1990). Odors and the remembrance of things past. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 16(4), 648– 655.

Schmuck, R. A., & Schmuck, P. A. (1983). *Group processes in the classroom.* Dubuque, IA: William C. Brown.

Schneider, W. (1993). Varieties of working memory as seen in biology and in connectionist/control architectures. Memory and Cognition, 21(2), 184– 192.

Seeman, P. (1999). Images in neuroscience. Brain development, X: Pruning during development. *American Journal of Psychiatry*, 156, 168.

Sirevaag, A. M., & Greenough, W. T. (1991). Plasticity of GFAP–immunoreactive astrocyte size and number in visual cortex of rats reared in complex environments. *Brain Research*, 540(1–2), 273–278.

Slavin, R. E., (1983). *Cooperative learning.* New York: Longman.

Sousa, D. (2000). *How the brain learns: A classroom teacher's guide.* Thousand Oaks, CA: Corwin Press

Sowell, E. R., Peterson, B. S., & Thompson, P. M. (2003). Mapping cortical change across the human life span. *Nature Neuroscience* 6, 309–315.

Squire, L. R. (1992). Memory and the hippocampus: A synthesis from findings with rats, monkeys, and humans. *Psychological Review*, 99(2), 195–231.

Stickgold, R. (2000). *Nature Neuroscience*, 3(12), 1237–1238.

Vallerand, R. J., Fortier, M. S., & Guay, F. (1997). Self–determination and persistence in a real–life setting: Toward a motivational model of high school dropout. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72, 1161–1176.

Van Overwalle, F., & De Metsenaere, M. (1990). The effects of attribution–based intervention and study strategy training on academic achievement in college freshmen. *British Journal of Educational Psychology*, 60, 299–311.

Wagner, A., Schacter, D., Rotte, M., Koutstaal, W., Maril, A., Dale, A. M., et al. (1998). Building memories: Remembering and forgetting of verbal experiences as predicted by brain activity. Science, 281, 1185–1190.

Wallace, C. S., Killman, V. L., Withers, G. S., & Greenough, W. T. (1992). Increases in dendritic length in occipital cortex after 4 days of differential housing in weanling rats. *Behavioral and Neural Biology*, 58(1), 64–68.

Webb, D., & Webb, T. (1990). *Accelerated learning with music.* Norcross, GA: Accelerated Learning Systems.

Webb, M. W., Nemer, M. N., & Chizhik, A. W. (1998). Equity issues in collaborative group assessment: Group composition and performance. *American Educational Research Journal*, 17, 607–651.

Werner, E., & Smith, R. (1989). Vulnerable but invincible: A longitudinal study of resilient children and youth. New York: Adams, Bannister, and Cox.

Wiersma, U. J. C. (1992). The effects of extrinsic reward on intrinsic motivation: A meta–analysis. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 65, 101–110.

Willoughby, T., Desmarias, S., Wood, E., Sims, S., & Kalra, M. (1997). Mechanisms that facilitate the effectiveness of elaboration strategies. *Journal of Educational Psychology*, 89(4), 682–685.

Wolfson, A. (1998). Sleep schedules and daytime functioning in adolescents. *Child Development*, 69(4), 875–887.

Woloshyn, V. E., Willoughby, T., Wood, E., & Pressley, M. (1990). Elaborative interrogation facilitates adult learning of factual paragraphs. *Journal of Educational Psychology*, 82, 513–524.

Wunderlich, K., Bell, A., & Ford, A. (2005). Improving learning through understanding of brain science research. *Learning Abstracts*, 8(1). Available: www.league.org/publication/abstracts/learning/lelabs200501.html.

نبذة عن المؤلفة

د. جـودي ويليـس؛ عالمـة أعصاب حائزة علـى شهادة جامعيـة في علم الأعصاب، ومدرِّسة للمرحلة المتوسطة في سانتا باربرا- كاليفورنيا. جمعت بين ممارسة علم الأعصاب، وتصوير الأعصاب من جهة والتدريب في مجال التّعليم، وسنوات من الخبرة الصّفية من جهة أخرى. تعدّ مرجعاً في حقل بحوث الدّماغ ذات العلاقة بالتعلّم وإستراتيجيات غرفة الصّف المستمدة من هذا البحث.

بعد تخرجها، كرمها بيتا كابا؛ لأنها أول امرأة تتخرج في كلية وليامز. درست ويليس في كلية الطّبّ بجامعة كليفورنيا، حيث بقيت هناك طبيبة مقيمة. وفي نهاية المطـاف، أصبحت رئيسة الأطباء المقيمين في تخصص علم الأعصاب. ظلت تمارس مهنة الطّبّ في القطاع الخاص مدة خمسة عَشَرَ عاماً، ثم حصلت على البورد الأمريكي ودرجة الماجستير من جامعة كاليفورنيا في سانتا باربرا. درّست في مدارس ابتدائية، ومتوسطة، وكليات دراسات عليا، وكانت عضواً في مشروع الكتابة الوطني. حاليّاً، تمارس مهنة التعليم في مدرسة سانتا باربرا المتوسطة. نشرت مقالاتها عن علم الأعصاب والتّعليم في كثير من المجلات التربوية. شاركت فـي مؤتمرات للتربويين المحترفين، وتعمل الآن على إنهاء كتاب آخر للتربويين، يتناول الإستراتيجيّـات القائمة على البحوث للطلاب ذوي الاحتياجات الخاصة في غرف الصّف الشاملة.

يمكن التواصل معها عبر البريد الإلكتروني:jwillisneuro@aol.com

مصادر ذات علاقة: الدّماغ والتعلم

عند نَشْرِ هذا الكتاب، كانت مصادر جمعية الإشراف على تطوير المناهج الأمريكية (ASCD) الآتية متوافرة لدى الجمعية. للحصول على معلومات محدثة عن مصادر جمعية الإشراف على تطوير المناهج الأمريكية، يمكن زيارة الموقع الآتي: www.ascd.org. يوضع الرقم التسلسلي (stock number) لجمعية الإشراف على تطوير المناهج الأمريكية بين قوسين.

الوسائط المتعددة

The Human Brain *Professional Inquiry Kit* by Bonnie Benesh (#999003)

الشبكات الإلكترونيّة

Visit the ASCD Web site (www.ascd.org) and search for "networks" for information about professional educators who have formed groups around various topics, including "Brain–Compatible Learning." Look in the "Network Directory" for current facilitators' addresses and phone numbers.

الدورات التدريبية على الإنترنت

Go to ASCD's Home Page (www.ascd.org) and click on professional development to find the following ASCD Professional Development Online Courses: The Brain: Memory and Learning Strategies, The Brain: Understanding the Mind, and The Brain: Understanding the Physical Brain.

المطبوعات

Educational Leadership November 1998 How the Brain Learns (#198261)

Brain–Based Learning Electronic Topic Pack (#197194)

Brain Matters: Translating Research into Classroom Practice by Patricia Wolfe (#101004)

Education on the Edge of Possibility by Geoffrey Caine and Renate Nummela Caine (#19702)

How to Teach So Students Remember by Marilee Sprenger (#105016)

Learning & Memor y: The Brain in Action by Marilee Sprenger (#199213)

Teaching to the Brain's Natural Learning Systems by Barbara K. Giv–ens(#101075)

Teaching with the Brain in Mind, 2nd edition by Eric Jensen (#198019)

أشرطة الفيديو

The Brain and Learning (4 videos) (#498062)

The Brain and Mathematics (2 videos) (#400237)

The Brain and Reading (3 videos) (#499207)

لمزيد من المعلومات، زورونا على موقعنا على الشبكة العالمية (www.ascd.org)، أو بوساطة رسالة بريد إلكتروني إلى member@ascd.org، أو الاتصال على مركز خدمات جمعية الإشراف على تطوير المناهج الأمريكية (ASCD–800–933–1 أو 9600 – 578–703، ثم اضغط 2)، أو إرسال فاكس إلى 5400–575–703، أو بالكتابة إلى خدمات المعلومات، 1703 N. ASCD، شارع بيوريجارد، أليكساندريا، VA 22311–1714 الولايات المتحدة الأمريكية.