

الفصل الأول

الذاكرة، والتعلم، واجتياز الاختبارات بنجاح

شهد العقدان الأخيران تطوراً رائعاً في فهمنا لطبيعة عملية التعلم. لم يكن قبل ذلك، ربط وثيق بين علم الأعصاب والتعليم في غرفة الصف على الإطلاق. أما الآن، وبسبب التقدم التقني الذي مكّننا من متابعة عمل الدماغ في أثناء عملية التعلم، يمكن للتربويين العثور على دراسات مثبتة في تصوير الأعصاب، ورسم خرائط الدماغ، تمكّنهم من تحديد أكثر وسائل التدريس فاعلية.

لدونة الدماغ والتّعليم

التّعليم يؤدي إلى نموّ خلايا الدماغ. لزمن طويل، كان لدى العلماء اعتقاد غير صحيح عن نموّ الدماغ؛ كانوا يظنون أنه يتوقف عند الولادة، يتبعه موت تدريجي لخلاياه طوال مدّة الحياة. أمّا الآن، فنعرّف أنه على الرغم من أنّ معظم الخلايا العصبية التي تخزّن فيها المعلومات موجودة عند الولادة، فإنّ هناك نموّاً يستمر مدى الحياة للخلايا الداعمة، والوصلات التي تغذي التواصل بين الخلايا العصبية. هذه التفرّعات في الخلية العصبية، تنبت من المحاور العصبية، أو من جسم الخلية العصبية.

يزداد حجم التفرّعات في الخلية العصبية وعددها استجابة للمهارات التي نتعلمها والخبرة والمعلومات. تنمو تشعبات جديدة بصفاتها فروعاً للخلايا العصبية التي تنشط على نحو متكرر، ويحفز هذا النمو بروتينات تُسمى النيروتروفينات. وأحد هذه البروتينات هو عامل نمو الأعصاب. وعلى الرغم من أنّ قياسات الدماغ للنيروتروفينات تكون الأعلى في مرحلة الطفولة (أي عندما تبلغ وصلات الدماغ أعلى نسبة نمو وتطور)، فإنّ نشاط هذا البروتين يرتفع في مناطق الدماغ المسؤولة عن التعلم الجديد مع استمرار تعلّم الطالب (كانغ، وشيلتون، ويلتشر، وتشومان، 1997، Kang, Shelton, Welcher, & Schuman).

عندما تتكون هذه التفرّعات، تسمح لدونة الدماغ لها إعادة تكوين شبكات وصلات الخلية العصبية وتنظيمها، استجابة للزيادة أو النقص في استخدام هذه المسارات (غبيد وآخرون، 1999، Giedd et al.).

لوحظت أمثلة على لدونة الدماغ عندما يمارس الناس بصورة متكررة أنشطة تعليمية محدّدة، تتحكّم فيها أجزاء من أنظمتهم؛ البصريّة، أو الحركيّة، أو الحسيّة، أو التّعاونيّة. على سبيل المثال، يمتلك المكفوفون الذين يقرؤون بنظام بريل قشرة حسيّة جلديّة أكبر على نحو ملحوظ في الأماكن التي تُعالج فيها حاسة اللمس في اليد اليمنى. أيضاً، يمتلك عازفو الكمان الذين يستعملون أصابع يدهم اليسرى لأداء حركات معقدة على الأوتار مناطق حسيّة جلديّة أكبر في الفصّ الجداريّ المتعلق بأصابع اليد اليسرى هذه.

أشار تقرير نُشر في مجلة (الطبيعة) "Nature" سنة 2004 إلى أنّ الأشخاص الذين تعلّموا ألعاب الخفة ارتفعت لديهم كمية المادّة الرّماديّة في الفصّ القذاليّ أو المؤخريّ (أماكن الذاكرة البصريّة). وعندما توقفوا عن ممارستها، اختفت هذه المادّة الرّماديّة الجديدة. وقد حدث تغيير تركيبّي

مشابه عند الأشخاص الذين تعلموا لغة ثانية، ومن ثمَّ أهملوها. يُدعى الانخفاض في التفرّعات في الخليّة العصبية والوصلات الدماغية الداعمة الأخرى التي لا تستخدم التّقليّم أو التشذيب، إنّ عدم ممارسة اللغة الأم، أو افتقاد مهارات ألعاب الخفة، أو عدم ممارسة مادة أكاديمية تمّ تعلمها هو الوجه الآخر لاستجابة الدماغ للتعلم. إنها ظاهرة (الاستعمال والإهمال). سُمّيت هذه العملية (التّقليّم)؛ لأنّ المسالك والوصلات العصبية التي تُستخدم بانتظام يُحافظُ عليها وتُقوى. وفي المقابل، يتمّ التخلص من المسالك والوصلات الأخرى أو تقليّمها.

التّقليّم: كما تُقلّم الشجيرات بقطع الفروع الزائدة التي لا تتسجم مع الفروع المجاورة، يُقلّم الدماغ خلاياه غير المستعملة. ففي مرحلة المراهقة، يكون الدماغ قد اختار أغلب الخلايا العصبية النهائية التي سيحتفظ بها طوال مرحلة البلوغ بناء على ما استُعمل أو لم يُستعمل.

تُقلّم الخلايا العصبية عند عدم استعمالها. تحتاج الخلايا النشطة إلى الدم لجلب الغذاء والتخلّص من الفضلات، لكن الخلايا غير النشطة لا ترسل رسائل إلى الجهاز القلبي الوعائي ليقوم بإرسال الدم (خلايا الدماغ لا تستقبل الجريان بواسطة الدم كما هي الحال في باقي الجسم، بل بواسطة سائل لا لون له يرشح من الدم يُعرّفُ بالسائل الشوكيِّ الدماغي). يعني هذا التدفق المنخفض للدم أنّ أيونات الكالسيوم ستتراكم حول الخليّة دون أن تُغسل. يحفز هذا التجمع لأيونات الكالسيوم إفراز أنزيم كالبين (calpain) الذي يدفع الخلايا الى تدمير ذاتها.

المادّة الرّماديّة

لتصوّر عملية التّقليّم في إطار نموّ خلايا الدماغ، فكّر في التّطوّر الكبير لدماغ الجنين الذي ينتج نصف مليون خلية عصبية في الدقيقة، عندما يصل إلى الأسبوع الرابع من عمره. خلال الأسابيع اللاحقة، تتجه هذه الخلايا نحو المكان الذي سيكوّن دماغاً، وتبدأ بتكوين المحاور والتفرّعات في

الخلية العصبية. إن نسبة تطوّر المشابك العصبية التي تظهر عند الرّوابط الموجودة بين الخلية العصبية والتشعب كلّها أو المحور العصبيّ تصل إلى ذروتها لتبلغ مليونين في الثانية. في الأسابيع القليلة الأخيرة التي تسبق الولادة، تُقلّم هذه الزيادة المفرطة من الخلايا والوصلات العصبية. تموت الخلايا العصبية التي لم تُكوّن روابط مع الخلايا المجاورة، في حين تبقى الخلايا التي دخلت ضمن شبكات فقط، وتتمايز إلى دوائر ذات وظائف محددة (سويل بيترسون، ثومبسون، Sowell, Peterson, & Thompson, 2003).

بعد الولادة، تشهد المادة الرمادية في الدماغ نمواً مفاجئاً آخر تصل فيه المادة الرمادية والوصلات المتزايدة إلى ذروة كثافتها في سن الحادية عشرة تقريباً. يتبع هذا النموّ مرحلة أخرى من التقليل (سيمان، Seeman, 1999) عندما تتعطل دوائر الذاكرة؛ بسبب عدم الاستعمال. في حال عدم حدوث هذه المرحلة الثانية من التقليل، سيكون هناك كثير من الضغط على الدماغ ليكون فاعلاً، تماماً كما يحتاج الحاسوب المليء بالبيانات إلى وقت أطول ليبدأ بالعمل، إذ لا بد من تفعيل البيانات جميعها قبل أن يصبح بالإمكان استعماله.

كلما زادت طرق تعلّمنا لأمر ما زادت مسالك الذاكرة. تعدّ هذه الاكتشافات في البحوث عن الدماغ أحد أسباب الاعتقاد الحالي بأنّ تحفيز نموّ مزيد من التفرّعات في الخلية العصبية والوصلات المتشابكة هو أحد أفضل الأشياء التي يمكن للمعلمين أن يتعلموا القيام بها من أجل أدمغة طلابهم.

عندما يكون الأطفال بين سن السادسة إلى الثانية عشرة تنتج خلاياهم العصبية مزيداً من الوصلات التي تعمل بوصفها مسارات جديدة للإشارات العصبية. هذه الكثافة في المادة الرمادية (التفرّعات في الخلية العصبية المتفرعة من الخلايا والروابط العصبية) تتوافق بتكثف في المادة البيضاء في الدماغ (غُلف النخاعين الدهنية التي تعزل المحاور العصبية الحاملة للمعلومات عن الخلايا العصبية وتجعل نقل الإشارات العصبية أسرع وأكثر كفاية). وكلّما أصبح الدماغ أكثر فاعليّة تُقلّم الدوائر الأقل استعمالاً، في حين تزداد كثافة

الرّوابط الأكثر استعمالاً، التي سيجعلها غلاف المايلين المتزايد أكثر فاعلية (جيلد، 2004، Guild).

مساعدة الطلاب على تنمية مزيد من وصلات الدماغ

في غرفة الصّف، كلّما زادت طرائق تقديم المادّة المراد تعلمها للدماغ ومراجعتها، يكون مزيد من المسالك المؤلفة من التّفرّعات في الخليّة العصبية الموصلة. كما سيكون هناك مزيد من الجسور التي تصل خلية بأخرى. وستستعمل هذه المسالك أكثر، وستصبح أقوى، وستبقى في مأمن من التّقليل.

على سبيل المثال، سيؤدي عرض المعلومات بصرياً إلى مزيد من الرّوابط مع الفصّ القذاليّ (الفصّ الخلفيّ من الدماغ الذي يعالج المدخلات البصريّة). يؤدي إلى جعل الطلاب الذين يستمعون إلى المعلومات ينشؤون دائرة من التّفرّعات في الخليّة العصبية مع الفصوص الصدغيّة في وقت الاستماع نفسه، أو في وقت لاحق (الفصوص الصدغيّة تقع على جانبي الدماغ، وتعالج المدخلات السّميّة، وتؤدي دوراً مهمّاً في تنظيم معالجة العاطفة والذاكرة). هذه الازدواجية، تتيح فرصة أكبر لتبنيهاات مستقبلية تحثّ الدماغ على الوصول إلى هذه المعلومات المخزّنة.

المثيرات المتعددة تعني ذاكرة أفضل. كلّما زاد عدد مناطق الدماغ التي تخزّن البيانات المتعلقة بموضوع ما زاد الترابط فيما بينها. ويعني هذا التكرار أنه ستكون لدى الطلاب فرص أكثر لاسترجاع البيانات المتعلقة كلّها بهذا الموضوع من مناطق التخزين المتعددة استجابة لمنبه واحد. هذه الإحالة إلى أكثر من مرجع، تقوي البيانات، بحيث تصبح شيئاً تعلمناه بدلاً من شيء حفظناه.

على سبيل المثال، عندما نتعلم أشياء عن سيارتنا، فإننا نخزّن المعلومات في مناطق الربط في الدماغ، وذلك تحت فئات متعددة متعلقة بالسياق الذي من خلاله تعلمنا معلومات جديدة عن السيارات. عندما نرى سيارة، تنتقل صورتها إلى القشرة البصريّة. وعندما نرى تهجئة كلمة س-ي-ا-ر-ة فإنّ المعلومات تنتقل إلى المنطقة المرتبطة باللغة. وبعد أن نتعلّم عن محركات الاحتراق الداخليّ، نربط هذا الأمر مع المحركات النفاثة ومحركات الصاروخ التي تعمل أيضاً بالاحتراق الداخليّ. وفي وقت لاحق، نبني ذكريات تربطنا بالسيارات التي نشأنا معها.

ولأنّ المعلومات المتعلقة بالسيارات مخزّنة في مناطق متعددة من الدماغ، ولأنّ الإحالة إلى أكثر من مرجع تحصل بين هذه المناطق عندما نفكر في السيارات، تثبت شبكات من التفرّعات في الخلية العصبية الرابطة بين مناطق الذاكرة هذه. تسمح هذه المجموعة من الدوائر للمنبهات أو المثيرات المتعددة استدعاء معلوماتنا كلّها عن السيارات مباشرة. إنّ مجرد رؤية كلمة سيارة تؤدي إلى تنشيط أنظمة الاسترجاع لدينا، لتوفر لنا البيانات المخزّنة المتعلقة بالسيارات كلّها. قد لا نحتاج إلى هذه المعلومات جميعها، ولكن لأنّ الترافق يفعل هذه الدوائر فإنه يمكن الوصول بسرعة وفاعلية لأيّ من المعلومات المخزّنة التي نحتاج إليها.

ولأجل هذا السبب، تُدرّس المواد المهمة باستخدام طرق عدة؛ مثل استخدام الحواس المتعددة (السمع، البصر، اللمس)، وكذلك من خلال الموضوعات المتعددة (موضوعات المناهج الدراسية).

من الأقفاس الخصبية إلى غرف الصّف والمناهج الخصبية. أظهرت البحوث المخبرية في تصوير الأعصاب كيفية تكوّن الأدمغة النامية بسبب الخبرة، حتى قبل فهم لدونة الدماغ فهماً تاماً. لقد قورنت أوزان أدمغة فئران، وحجومها، زُيّت

في أقفاص تقليدية بأخرى رُبيّت في أقفاص خصبة (أي فيها مثيرات أكثر يمكن للفئران اللعب بها). كانت أدمغة الفئران التي رُبيّت في بيئات خصبة أكبر وأثقل. وكانت تفرعاتها العصبية ومسالكها وروابطها العصبية أطول وأعقد بكثير، إضافة إلى تفرّع المسالك إلى مناطق أكثر في الدماغ.

وأظهرت حيوانات الشبانزي، التي عاشت في بيئات خصبة ومجتمعات مستقرة اجتماعياً، تزايداً في إنبات التفرّعات في الخليّة العصبية والروابط الشبكية بالتناسب مع زيادة قدرتها على أداء مهمات معقدة لها علاقة بالذاكرة، مثل معرفة الطريق في متاهة جديدة. إضافة إلى ذلك، أظهرت هذه الحيوانات تفاعلاً أكثر إيجابية مع أفراد مجموعاتهم، وقدرة أكبر على التذكّر عند التعامل مع المهام والمشكلات.

إذا استطاعت قطع معدنية قليلة في قفص فأر، ومجتمع مستقر من الشامبانزي أن يفعل كلّ هذا، فتخيل ماذا يستطيع التربويون أن يفعلوه في غرفة الصّف والمناهج. أضف إلى ذلك أنّ بناء مجتمع صفيّ داعم تتوافر فيه مدخلات خصبة من البيئة سيؤدي إلى مزيد من المسالك في الدماغ، وستزداد سرعة الإشارات العصبية وفعاليتها.

التربويون؛ معززون للذاكرة لا مجرد موزعي معلومات

هناك كثير من التصنيفات لأنواع الذاكرة، والتصنيف المقدم هنا هو مزيج من تصنيفات عدة موجودة. من أبسط وعي لنا بالبيئة المحيطة، تتطوّر مهارات التذكّر لدينا، لتبدأ من الذاكرة الصّماء إلى الذاكرة العاملة (قصيرة المدى) ثم إلى عمليتي الربط والنمذجة، وصولاً إلى الذاكرة العلائقية، وفي نهاية المطاف إلى التخزين في الذاكرة طويلة المدى.

مع الأسف، تعدّ ذاكرة الحفظ غيباً أكثر ذاكرة مطلوبة لطلاب المدارس الابتدائية والثانوية. يتضمن هذا النمط من التعلّم (الحفظ عن ظهر قلب)، ومن ثم النسيان السريع لحقائق ليس لها أهمية أو قيمة لدى الطالب، كحفظ قائمة من المفردات مثلاً. إنّ الحقائق التي تُحفظ عن طريق الإعادة والتكرار لا يكون لها عادة أيّ أنماط أو روابط واضحة. وحين لا يُقدّم للطالب السياق أو علاقة الحقائق ببعضها، أو بحياته، فإنّ هذه الحقائق تُخزّن في مناطق أبعد من الدّماغ. يصعب تحديد موقع هذه الأجزاء المنعزلة فيما بعد؛ بسبب ندرة المسالك العصبية المؤدية إلى أنظمة التخزين النائية هذه.

يمكن استخدام الإستراتيجيات القائمة على الدّماغ؛ للتقليل من الكمية المطلوبة من الحفظ غيباً، وما تبقى سيكون أقلّ مللاً؛ لأنّ هذه الإستراتيجيات تساعد الطلاب على التوصل إلى أنواع أكثر فاعلية من تخزين المعلومات، واسترجاعها، واستخدامها.

يهدف التعلّم المستند إلى البحوث إلى إنشاء دروس لا تعتمد كثيراً على ذاكرة الحفظ عن ظهر قلب التي تتصف بعدم الفاعلية، وشعور الطلاب بالملل. إنّ مساعدة الطلاب على استخدام أنواع ذات فاعلية أكثر في تخزين الذاكرة واسترجاعها سيغير أدمغتهم فعلاً.

تتضمن الذاكرة العاملة، أو قصيرة المدى، القدرة على الاحتفاظ بالمعلومات لاستخدامها في المستقبل القريب. يُحتفظ بالمعلومات في الذاكرة العاملة مدة عشرين دقيقة تقريباً. إنّ التحدي الذي يواجهه الطلاب يكمن في نقل المعلومات من الذاكرة العاملة إلى الذاكرة طويلة المدى. وإنّ لم يقوموا بذلك خلال عشرين دقيقة فإنّ فقد المعلومات وارد. (فكر في آخر مرة أعطاك فيها شخص اتجاهات كانت بالنسبة إليك واضحة عندما سمعتها، ثم نسيتهما ما إن بدأت

بالسير على وفق الاتجاهات). إنَّ هذه المواد المتعلمة حديثاً يجب أن تدخل شبكة أسلاك الدِّماغ؛ لحمايتها من فقدان. يستطيع الطلاب الاحتفاظ بالمعلومات الحديثة من خلال تفعيل المعلومات التي تعلموها في السابق، المتعلقة بالمادَّة الجديدة. توجد المعلومات السابقة في دوائر مغلقة من الروابط بين خلايا الدِّماغ (دوائر من الخلايا العصبية المتصلة بوساطة المحاور الأسطوانية والتفُرعات في الخلية العصبية التي تحمل المعلومات على صورة إشارات كهروكيميائية). يستخدم التَّعليم الفاعل إستراتيجيات تساعد الطلاب على تعرّف النماذج، وإنشاء الروابط المطلوبة؛ لمعالجة المعلومات الجديدة المخزَّنة في الذاكرة العاملة، لتنتقل إلى أماكن التخزين طويلة المدى في الدِّماغ.

المادَّة الرمادية

على الرغم من الاعتقاد السائد بأنَّ نموَّ خلايا الدِّماغ يتوقف بعد سن العشرين، فإنَّ ذلك ليس صحيحاً تماماً. حيث يمكن تكوُّن خلايا رابطة جديدة، تُعرف بالتفُرعات، في الخلية العصبية مدى الحياة. وعلى الرغم من صحة حقيقة عدم تجدد الخلايا العصبية التي تُخزَّن فيها الذاكرة فإنَّ امتداداتها؛ أي هذه التفُرعات في الخلية العصبية، تظل تثبت، وترتبط، وتكوِّن دوائر جديدة مع تشعبات عصبية أخرى مدى الحياة (مارتن وموريس، 2002) (Martin & Morris). إنَّ هذه الشبكات العصبية، وكما هي الحال في الدوائر الكهربائية، هي الطرق التي تربط بين أجزاء مختلفة من الدِّماغ. تماماً مثل حركة المرور في مدينة مزدحمة؛ كلما ازداد عدد المسارات البديلة التي تربطنا بالذاكرة فإنَّ المعلومات ستسير بكفاءة أكبر، وستزداد سرعة استرجاع المعلومات من الذاكرة عند الحاجة إليها.

بعد تكرار التدريب، تصبح الذاكرة العاملة مرتبة على شكل دوائر عصبية دائمة مؤلفة من محاور عصبية وتفرعات عصبية معدة تُفعل عند الحاجة إلى معلومات معينة. عندما نتذكَّر معلومات معينة بصورة متكررة، فإنَّ الدوائر العصبية المتعلقة بها تتطوَّر كثيراً نتيجة للتشيط المتكرر لهذه الدوائر. يمكن وصف عملية بناء العلاقات القائم على الرِّبط المتكرر بين معلومة وأخرى بالعبارة الآتية: (الخلايا التي تتقد معاً ترتبط معاً). عندما يتزامن إذكاء خلايا عصبية مع إذكاء خلايا

عصبية أخرى، فإنّ هذه الخلايا تصبح أكثر عرضة لتكوين روابط جديدة فيما بينها. وكلما زادت قوة الروابط نتيجة التحفيز المتكرر زاد احتمال قيام الخلية العصبية بإثارة نشاط خلية عصبية أخرى مرتبطة بها. (تشوغاني، 1998، Chugani).

تماماً مثل عضلة مُرنّت، فإنّ هذه الدوائر ستصبح أكثر فاعلية، والوصول إليها وتفعيلها أكثر سهولة. إنّ ممارسة الشيء تؤدي إلى تكرار تحفيز دوائر الذاكرة. وكما هو حال المتسلقين الذين تركت آثار أقدامهم علامة يمكن العودة إليها لمعرفة الطريق، فإنّ الممارسة المتكررة تحفّز الخلايا في دوائر الذاكرة بحيث تؤدي إلى تقوية هذه الدوائر وتعزيزها. وهذا يعني احتمال إعادة تشغيلها بوساطة مجموعة من المثيرات القادمة من الحواس.

إنّ تذكّر المرات القليلة الأولى التي تعلمتَ فيها عمليات جديدة متعلقة باستخدام الحاسوب وممارستها، تشبه إنشاء موقع جديد، أو استخدام البريد الإلكتروني. في البداية، ربما اتبعت تعليمات مكتوبة أو شفوية خطوة إثر أخرى، بل ربما اعتمدت على هذه التّعليمات مرات عدة كلما كرّرت هذه المهمة، إلى أن يأتي يوم تصبح فيه العملية آلية إلى درجة القيام بها وأنت تجري محادثة ما. نتيجة للتكرار، أصبحت هذه الذاكرة العاملة جزءاً من الذاكرة طويلة المدى، ولكن هذه العملية تحتاج إلى تكرار دوريّ؛ كي تظل ضمن نطاق الذّكريات النشطة، وكي لا تتلاشى تدريجياً نتيجة عدم الاستعمال. حتى وإن تلاشت عندما لم تستخدم جهاز الحاسوب في عطلة الصيف، فإنّ الدوائر العصبية أو شبكات خلايا الدّماغ التي تكوّنت ستظل موجودة في دماغك كما لو كانت في مخزن، تماماً كما آثار أقدام المتسلقين؛ موجودة لكنها مختفية تحت الثلج. إنّ ذلك يشبه عملية نقل البيانات من سطح المكتب إلى القرص الصلب في الحاسوب؛ لاستذكارها، تأخذ وقتاً أقلّ مما تأخذه عند تعلّمها أول مرّة.

المادة الرمادية

يوفر لنا علم تشريح الدماغ خلفية معرفية تمكّننا من تفسير البحوث القائمة على الدماغ، والمتعلقة بعملية التخزين والاسترجاع في الذاكرة. ينقسم الدماغ إلى مجموعة من الفصوص، لكل منها مهام عدة، وكلّ منها يرتبط بالفصوص الأخرى بوساطة المسالك أو الدوائر العصبية. على سبيل المثال، كلّ من الفصين: الجبهيّ والصدغيّ يقوم بدور مهم في الانتباه التنفيذي، أي تشبيه باقي أجزاء الدماغ كي تتنبه أو تستجيب لمؤثر ما. في سياق حديثنا عن التعلم، فإنّ هذه المؤثرات هي قطع صغيرة من المعلومات الحسية التي يراها الطلاب (بوساطة أعينهم أو عبر التصور) أو السمع، أو اللمس، أو الشمّ، أو الإحساس بها، أو اختبارها عبر الحركة.

بوساطة تصوير الأعصاب ورسم خرائط الدماغ، كشف عن مناطق الدماغ الأكثر نشاطاً في اللحظات التي تُعلّم فيها المعلومات الجديدة وتُخزّن. في البداية، تُستقبل المُدخلات القادمة من كلّ حاسة على حدة (السمع، واللمس، والتذوّق، والبصر، والشمّ) وتُصنّف أو يتعرّف إليها عن طريق مقارنتها ببيانات مخزّنة سابقاً. إنّ ذلك يحدث في مناطق من القشرة الحسية الجلدية، حيث توجد وحدة منها في كلّ واحد من فصوص الدماغ. أيضاً، يشترك في عملية التخزين في الذاكرة كلّ من: نظام التنشيط الشبكي (الذي ينبه الدماغ للمدخلات الحسية التي ترسلها المستقبلات الحسية عبر الحبل الشوكي)، والجهاز الحوفيّ الذي يتألف من أجزاء من الفص الصدغيّ، وقرن آمون (ويعرف أيضاً بالحصين، والذي قد ينجم عن تلفه فقدان الذاكرة التقدمي، أي عدم القدرة على إنشاء أكثر من ذاكرة جديدة) واللوزة، وقشرة الفص الجبهيّ (بليس وكولينريدج، 1993، Bliss Collinridge).

التعلم يعزز التعلم. إنّ الانخراط في عملية التعلم يزيد قدرة المرء على التعلم. فمع كلّ جهد يقوم به الطالب للتعلم، ينشط عدد معين من الخلايا. حيث تستجيب هذه الخلايا العصبية مجدّداً كلما كرّر الفعل، مثل أداء تجربة علمية تتبع الدرس النظري في المختبر، أو التمرّن على أغنية، أو عند تكرار المعلومات في المناهج الدراسية اللاحقة. فكلما كرّر الشّخص فعلاً ما، أو تذكّر معلومة معينة، نما مزيد من التفرّعات في الخلية العصبية، وربطت المعلومات الجديدة بالقديمة. وعليه، ستزداد فاعلية الدماغ في استرجاع المعلومات، أو في تكرار ذلك الفعل.

ونتيجة لذلك، سيؤدي إثارة بداية السلسلة إلى إثارة بقية أجزائها. إنَّ هذا التسلسل القائم على التكرار هو السبب في القدرة على القيام بعدد كبير من الأنشطة اليومية دون تفكير (مثل الطَّباعة وقيادة السيارة).

ويرجع السبب في هذه القدرة إلى بناء ممرات الذاكرة هذه وتقويتها في الدِّماغ.

عند تعليم الطلاب، يلجأ عدد قليل جداً من التربويين إلى استخدام الحفظ عن ظهر قلب، أو استعمال التَّعليمات المحدودة في أوراق العمل التي تقضي على الإبداع يوماً بعد يوم، وذلك على أمل ترسيخ المادَّة في عقول طلابهم. من خلال خبرتهم، يعرف المعلمون كيف أنَّ المعلومات، بهذه الطريقة، تبقى في عقول طلابهم مدة قصيرة. يستطيع كثير من المعلمين ذِكر مناسبات قاموا فيها بإعطاء طلابهم قائمة كلمات للإملاء، أو ورقة عمل لمادة الرياضيات كانوا قد أخذوها من قبل، لكنَّ عدداً كبيراً نسبياً من الطلاب لم يلاحظوا مباشرة أنَّ هذه هي الأوراق نفسها التي أخذوها قبل أسابيع، أو حتى قبل أيام قليلة.

الآن، هناك طرق أكثر تساعد الطلاب على معالجة المعلومات المعطاة في الدروس، بحيث تنتقل من الذاكرة العاملة المؤقتة إلى مخزن الذاكرة. إنَّ هذه الإستراتيجيات تجعل الطلاب يهتمون بما يتعلمون. هذه الدروس تنشُّط أكثر من حاسَّة، وتربط المعلومات الجديدة بممرات عدَّة في الدِّماغ تسيّر نحو مناطق التخزين في الذاكرة. إنَّ التَّعليم الناجح القائم على الدِّماغ يبني روابط أكثر ودوائر أقوى. وعليه، سيكون لدى الطلاب طرق أكثر لنقل المعلومات الجديدة إلى مناطق التخزين في الذاكرة، واسترجاعها عند الحاجة إليها.

المادة الرمادية

لقد منحت تقنيات رسم خرائط الدماغ العلماء قدرةً على تعقب أي أجزاء الدماغ التي تشغط عندما يعالج الشخص المعلومات. إن مستويات النشاط في مناطق معينة من الدماغ هي التي تحدّد أيّاً من الحقائق والأحداث سيُتذكّر. يتيح التصوير الوظيفي بالرنين المغناطيسي (fMRI) للعلماء رؤية نشاط الدماغ بمرور الوقت. في إحدى الدراسات التي شدّدت على الذكريات البصريّة، استخدم العلماء التصوير الوظيفي بالرنين المغناطيسي، وفي أثناء عملية التصوير، جعلوا الخاضعين للدراسة يشاهدون سلسلة من الصور. وجد الباحثون أنّ مستويات النشاط في الجزء الأيمن من قشرة مقدّم الفصّ الجبهيّ، وفي مناطق محدّدة من قرن آمون، تناسبت مع مدى قدرة الشخص على ترميز الصور المرئية وتذكرها. (بروير وزاو وديزموند وجلوهر وجابرييل، Brewer, Zhao, & Desmond, Glover, & Gabrieli, 1998)

في حين ركزت دراسة قام بها الدكتور أنتوني واغنر (1998)، عندما كان في كلية الطب بجامعة هارفرد، على الذاكرة اللفظية. حيث طلب واغنر إلى الخاضعين للدراسة القيام بتحليل كلمات، إما عن طريق معناها (مجرداً أو ملموساً)، أو عن طريق النظر في شكل الكلمة (سواء كبيرة كانت أو صغيرة). لقد مكّنت مستويات النشاط في قشرة مقدّم الفصّ الجبهيّ (ولكن هذه المرة في الجانب الأيسر؛ حيث مركز بروكا المتعلق باللغة عند 90% من الناس) وفي المنطقة من قرن آمون نفسها - الدارسين من التنبؤ بأيّ الكلمات هي التي ستُسترجع في الاختبار. إضافة إلى ذلك، اكتُشف أنه غالباً ما تمّ تذكر الكلمات بصورة أكبر عندما شدّد الخاضعون للدراسة على معنى الكلمات أكثر من شكلها. (واغنر وآخرون، Wagner et al., 1998).

إنّ هذا يعدّ مثلاً على كيفية إعطاء تصوير الأعصاب دليلاً مباشراً على أيّ من إستراتيجيات الذاكرة هي الأفضل لحفظ المعلومات. ويضيف دليلاً آخر للنظرية البيولوجية القائلة: كلما زاد تعقد الإدراك (التعلم الفاعل للطالب) زادت قدرة الذاكرة على الاحتفاظ بالمعلومات.

بناء دوائر لذاكرة أقوى. بعض الإستراتيجيات التي يقترحها أخصائيو الأعصاب هي جعل الطلاب يتفاعلون مع المعلومات المراد تعلمها، ومن ثمّ يزداد نشاط مناطق الدماغ التي تساعد على بناء الذاكرة. في حين يشجع بعضها الآخر على ربط المعلومات بأكثر عدد ممكن من الحواس. مثلاً، يتصوّرّون الإلكترونيات

وهو يدور حول نواة الذرة، ويحاكون صوت الكهرباء، أو يشعرون بوخزة الشحنات السالبة عندما يحكّون بالونات بأذرعهم، والشعور بحركة شعرهم المتطاير نحوه. وإذا رسم الطلاب بعد ذلك ما رأوه أو تحدثوا عنه مع آبائهم، أو عبروا عنه بكلماتهم الخاصة، فإنّ المعلومات تحفّز لدخول الذاكرة طويلة المدى؛ لأنّ الطلاب يبطوا المعلومات بحياتهم وتفاعلوا معها.

حفّز حواسهم

ربما يبدو الدّماغ حزمة متشابكة من أميال من الرّوابط بين الخلايا العصبية، ولكن هذه الحزم في حقيقة الأمر منظمة تماماً. فمن خلال خرائط الدّماغ، نستطيع أن نعرف أنه يمكن التنبؤ بأنشطة إدراكية محدّدة تحدث في مناطق صغيرة من الدّماغ. وفي المثل، أظهر لنا التّصوير أنّ هذه المواقع كلّها تُزوّد بالبيانات من مراكز الدّماغ التي تجمع المعلومات من الحواس والمشاعر. وعندما يبني الطلاب الذاكرة العاملة من خلال عدد من الأنشطة، فإنهم يثيرون مراكز حسية عدة في أدمغتهم. وتطوّر أدمغتهم مسارات عدة مؤدية إلى أماكن التخزين نفسها في الذاكرة. وعبر تحفيز عدد من الحواس بالمعلومات، سيتوافر لديهم عدد أكبر من وصلات الدّماغ عند حاجتهم إلى تذكّر تلك المعلومة فيما بعد. وهذا يعني إمكان استرجاع المعلومات بأكثر من نوع من المثيرات. ونتيجة لذلك، إذا تعلّم الطلاب المعلومات بصريّاً أو سمعيّاً، فسيتمكنون من تذكّرها لاحقاً باستخدام الذاكرة السّميّة أو البصريّة أيضاً.

«أتاحت لي علماتي الفرصة للاحتفال باكتشافاتي».

روبرت أوبنهايمر⁽¹⁾

(1) أستاذ الفيزياء في جامعة كاليفورنيا. يكتسب باب القنبلة الذرية؛ لدوره في مشروع مانهاتن في الحرب العالمية الثانية.

متحدثاً كيف أصبح عالماً في الفيزياء النووية.

المفاجأة

إنَّ أدمغتنا معدة لتذكُّر أحداث جديدة غير متوقعة. وبالعودة إلى أساسيات البقاء، فإنَّ النجاح يستند عادة إلى قدرتنا على معرفة السبب والتنبؤ بالنتيجة. على سبيل المثال، عندما نرى شيئاً يسقط من السطح نبتعد؛ لأننا نتوقع احتمال إصابتنا بذلك الشيء الساقط. ولأنَّ أدمغتنا معدة بحيث تتنبأ لتلك التنبؤات وتستجيب لها فإنها تُثار بصورة خاصة عندما تتنبأ بنتيجة معينة، ولكنها تفاجأ بوحدة مختلفة عن تلك التي تنبأت بها.

الجأ إلى عنصر المفاجأة لإثارة انتباه أدمغة الطلاب. فكّر في استخدام عنصر المفاجأة لتؤجج أدمغتهم، وتثير الممرات المؤدية إلى أماكن التخزين في الذاكرة. إنَّ بدء الحصة بعرض غير متوقع أو شيء جديد، أو غير معتاد، في غرفة الصّف من شأنه إثارة انتباه الطلاب وفضولهم. يمكن أن يكون ذلك أيّ مثير؛ وضع أغنية لهم عندما يدخلون الصّف، أو ارتداء زي غريب عند الترحيب بهم. فإذا شعر الطلاب بتجربة جديدة من خلال العرض، أو الوصف، أو الحكايات، أو حتى الحماسة في أصوات معلمهم، فإنهم غالباً ما سيربطون ذلك العرض أو الحكاية بالمعلومات التي ستليه.

وللاستفادة من حالة الانهماك لدى الطلاب، يجب منحهم الفرصة للتفاعل مع المعلومات التي هم في حاجة إلى تعلّمها. حيث إنَّ الهدف من ذلك بالنسبة إليهم هو أن يكتشفوا المعلومات، ويفسروها، ويحلّوها، ويعالجوها، ويمارسوها، ويناقشوها، بحيث تنتقل من الذاكرة العاملة لتُعالج في مناطق الفصّ الأمامي المختص بالوظائف التنفيذية.

ليس على المعلمين دائماً إجراء حوار مع كل طالب لحضه على البقاء حاضر الذهن (في كل لحظة) في أثناء عرض المعلومة، مع أنّ هذا الأمر نجح تماماً مع سقراط. وتتضمن الإستراتيجيات التي يمكنها تحقيق هذه الأهداف المناقشة الثنائية ومشاركة كل اثنين في أفكارهما. يستطيع الطلاب كتابة ملحوظاتهم بطريقة مرحة ودون كثير من التنظيم.

ويمكن لهم إضافة رسم في دفاترهم، إلى جانب ملحوظاتهم عن المفاجأة التي تعرضوا لها، أو المعلومات الجديدة التي تعلموها، وردّ فعلهم الشخصي عليها (ماذا: رأيت؟ سمعت؟ شممت؟ تعلمت؟ ما الذي فاجأني؟ ما الذي أُرغبُ في معرفة مزيد عنه؟ بمَ ذكرتني تلك المعلومات؟).

طرق جديدة لاستخدام المواد المتاحة

عندما يكون الدرس سلبياً، مثل قراءة الطلاب جزءاً من الكتاب المدرسي في الحصة، فإنه يمكن للمعلمين ابتكار إستراتيجيات تبعث الحماس في نفوس الطلاب باستخدام مصادر موجودة أصلاً. عادة ما تحتوي الكتب المدرسية المعدة جيداً على أسئلة شاملة في نهاية كل فصل. ومع ذلك، فمن غير المحتمل أن تثير الكتب المدرسية اهتمام الطلاب وحماسهم في عصر الحواسيب وألعاب الفيديو التفاعلية، من دون بعض المساعدة من معلمهم. يستطيع المعلمون اختيار بعض أسئلة النصّ التي تثير التفكير أكثر من غيرها، أي تلك الأسئلة ذات الإجابات المفتوحة التي تثير في العقل خبرات سابقة، أو مواد جرى تعلمها، وتشجع الطلاب على التعبير عن آرائهم الشخصية. وبدلاً من إعطائهم الواجب المنزلي الجامد والممل الذي يتضمن قراءة الطالب لسؤال ما، ثم مراجعة النصّ أو ملحوظاتهم بحثاً عن (الإجابة الصحيحة) - يستطيع المعلمون تهيئة الفرص التي تربط هذه الأسئلة بحياة الطالب.

ولإثارة مزيد من دوائر الذاكرة، يستطيع الطلاب توظيف تلك الأسئلة الموجودة في فصل ما لإجراء مقابلة تلفازية مع زملائهم. حيث يستطيعون تقديم رسم مجرد إجابة عن سؤال يتناول مفهوماً معيناً (مثل، ما شكل الانفجار الكبير الذي أدى إلى تكوّن الأرض؟ أو: كيف هو شكل اللانهاية؟).

قد يبدو أمراً مملاً وعديم الجدوى تكليف الطلاب القيام بالتحقق من دقة ملحوظاتهم، ولكن بوجود المعلم المناسب الذي يبدي نموذجاً جيداً وبنية تظهر الاحترام، يمكن لهم قراءة ملحوظات زملائهم، وتقديم النصح لهم عما ينقصهم. وفي الغالب، سيجدون في ملحوظات زملائهم معلومات يرغبون في إضافتها إلى ملحوظاتهم. وبعد الانتهاء من هذه الأنشطة، يستطيع (الشركاء) ترشيح أفضل الرسوم، أو الملحوظات، أو المقابلات التي أجراها زملاؤهم، ليتشارك بها الطلاب كلهم في الصف. وعندما يقوم المعلمون بخطوات كافية لجذب اهتمام الطلاب بوقت يكفي لانتقال المعلومات الجديدة من مجرد الوعي بها إلى أن تصبح مخزنة في الذاكرة العاملة، تتولى أدمغة الطلاب زمام الأمور، ومن ثمّ ستتغلغل هذه الأنماط الهادفة والروابط التي حفظوها عبر دوائر الدماغ لترتبط بممرات الذاكرة الموجودة أصلاً، وتضيف إليها أيضاً.

الذاكرة العرضية والتعلم التجريبي

قبل عقود عدة، أطلق معلم الكيمياء في مدرستي الثانوية كبريتيد الهيدروجين (له رائحة البيض الفاسد) من عبوة مخبأة فتحها مباشرة قبل دخولنا غرفة الصف. جلسنا، وبدأ باعطاء المحاضرة. بعد دقائق عدة، انتشرت رائحة كريهة في الصف استحوذت على اهتمامنا. تذمّرنا، ثم ضحكنا، وأخذنا نبحث عن مصدر الإزعاج. بالنسبة إلى مراقب من الخارج ينظر إلينا في تلك اللحظة، ربما كنا تبدو مشتتي الانتباه وبعيدين عن جو الدراسة. ولكن أسلوب

العرض هذا جعلني أتبع تعليمات المعلم حرفياً، وأتابع وصفه لكيفية انتشار الغاز عبر الغازات الأخرى. من المحتمل جداً أنه خلال تلك الحصة نشأ عندي ممران عصبيان أو ثلاثة للمعلومات المتعلقة بانتشار الغازات، والتي اكتسبتها بوساطة الحواس، وفي نهاية المطاف خُزنت في الذاكرة طويلة المدى. منذ ذلك الوقت، أصبح بإمكانني استرجاع هذه المعلومات بمجرد تفكيري ببيضة فاسدة، أو بتذكّر ردود أفعالنا تجاه تلك الرائحة التي انتشرت في غرفة الصّف. وبمجرد أن يحدث هذا الرّبط، أصبح قادرة على تذكّر الحقائق العلميّة التي درسناها والمرتبطة بما قام به ذلك المعلم.

ذكريات الأحداث، كتلك التي خزّنتها ذلك اليوم في حصة الكيمياء، ترتبط بأحداث محدّدة مشحونة عاطفياً وحسيّاً (مدخلات حسية قوية)، بسبب الكثافة للأحداث المرتبطة بتلك الذكريات. ولأنّ تلك الأحداث الحيوية تشق طريقها بقوة في المسالك العصبية الفاعلة عاطفياً لتصل إلى أماكن التخزين في الذاكرة، فإنّ المعلومات الأكاديمية التي نتعلمها، والمتعلقة بتلك المشاعر تأتي معها. وتسترجع الذاكرة تلك المادّة الأكاديمية عندما يتبادر إلى الذهن أحداث، بوعي أو دون وعي. ومن أجل أن يتذكّر الطلاب درساً ما، يمكن لهم استذكار الأحداث الحيوية المرتبطة بذلك الدّرس.

هل يمكنك أن تتذكّر موقفاً شممت فيه رائحة العطر الذي يستخدمه صديق أو حبيب فتذكّرت التفاصيل المتعلقة بذلك الشّخص كلّها ؟ عند سماعك أغنية قديمة، ربما تذكّرت أنك رقصت عند سماعها قبل سنوات. على الأرجح أنك تستطيع أن تتخيل أين كنت عندما انهار مركز التجارة العالمي. عندما تفكر في ذلك الحدث، فمن المحتمل أن تتذكّر تفاصيل أخرى متعلقة بالبيئة المحيطة في تلك اللحظة، وبصورة مشابهة، فإنّ التعلم التجريبي يثير حواس عدة لدى الطالب، مثل التجارب العملية التي لا تسمح للطلاب بالانخراط في التعلم فحسب،

بل غالباً ما تُخزَّن في الذاكرة طويلة المدى تخزيناً أكبر. ولأنَّ كلَّ حاسة لها منطقة تخزين منفصلة في الدماغ، فإنَّ المُدخلات متعددة الحواس ينجم عنها تخزين مضاعف، ويمكن استرجاعها عن طريق مجموعة متنوعة من المثيرات. وباستخدام إستراتيجيات تشرك الحواس، يصبح الطلاب هم (المعرفة) بتفاعلهم معها. ونتيجة لذلك، فإنَّ المعلومات الجديدة، والتي كان يمكن نسيانها، ترتبط بأحاسيس، أو حركات، أو مشاعر معينة، وبذلك تنتقل إلى أماكن التخزين عبر أكثر من ممر. وتعني وفرة هذه الممرات قدرة أكبر للذاكرة على حفظ المعلومات واسترجاعها.

إنَّ إجراءات التطبيق العملي لأنشطة التعلم أمر متعدد الحواس بطبيعته. في الواقع، تحفِّز هذه الأنشطة نظامين للذاكرة يقعان في مناطق منفصلة من الدماغ، وأمكن رؤيتهما وهما مرتبطان معاً. وينجم عن هذا الارتباط إسناد ترافقي قوي يظهر في الصور التي يقدمها لنا التصوير الطَّبقي (أندريسون وآخرون، 1999، Anderson et al.). إنَّ هذه الأنشطة، التي تُدعى الذاكرة الدلالية، تثبَّت المعلومات الموجودة في الدرس على صورة حقائق ومفاهيم، مثل عملية التركيب الضوئي. إضافة إلى ذلك، هناك الذاكرة العرضية، أو الذكريات المرتبطة بالحدث، مثل المُدخلات الحسية الناتجة عن لمس النبتة، ومشاهدتها، وقياسها، وتفحصها. ولأنَّ التطبيق العملي يستهدف هاتين الذاكرتين، فإنَّ هناك احتمالاً أكبر للاحتفاظ بالمعلومات، وحاجة أقلَّ إلى استخدام الذاكرة الصِّمَاء.

إنَّ دور التربوي ليس تحويل غرف الصِّف إلى لعبة فيديو، ويجب ألا يكون كذلك. إننا لا نرغب في أن يكون الحافز الأساسي للطلاب حصولهم على مكافأة بإضفاء سمات على الدرس تجعله مسلياً فحسب. إنَّ الدرس المثالي الذي يُخزَّن في الذاكرة هو ذلك الذي حُفِّز فيه أدمغة الطلاب بواسطة مشاركتهم في أنشطة

ذات معنى لديهم، والتي تُنشط في الوقت نفسه عدداً من الحواس والوظائف التنفيذية في سعيها لفهم التجربة التعليمية. إنَّ الهدف هو تزويد الطلاب بخبرات تمكنهم من التفاعل مع المعرفة بطريقة تثير حواسهم الطبيعيّة ومشاعرهم الإيجابية، أو ربط المعلومات الجديدة بخبراتهم واهتماماتهم السابقة.

يستطيع التربويون ربط المادّة المراد تعلمها بحواس الطلاب وخبراتهم، وهذا ما يعزّز بناء الذاكرة لديهم. وتدعى عملية ربط المعلومات الجديدة بخبرات وذكريات سابقة متعلقة بها الذاكرة العلائقية.

الذاكرة العلائقية - إضاعة الممرات

تتضمن عملية التعلم تعزيز الروابط بين الخلايا العصبية. تعمل الذاكرة العلائقية عندما يتعلم الطلاب شيئاً يضيف إلى ما أتقنوه من قبل؛ أي إنهم يتفاعلون مع (خرائط) موجودة أصلاً في الدماغ ويوسعونها. تستخدم هذه العملية مزيداً من الفعاليات التنفيذية في أثناء قيام أدمغة الطلاب بمسح بنوك الذاكرة لديها بحثاً عن علاقات تساعد على وضع روابط جديدة ضمن سياقها المناسب.

المادّة الرمادية

إنَّ أيّ معلومة جديدة أو تعلّم يجب أن يدخل الدماغ عن طريق حاسة أو أكثر (السمع، والبصر، واللمس، والتذوّق، والشمّ، والحسّ العاطفيّ). أولاً، تُكّ رموز هذه المعلومات بوساطة المستقبلات الحسية المتخصصة في الجسم. ومن هناك، تنتقل المعلومات عبر الأعصاب في الجلد أو الجسم إلى النخاع الشوكي، ومن ثمّ إلى نظام التفعيل الشبكيّ، لتصل إلى جزء في الدماغ متخصص باستقبال المُدخلات القادمة من الحواس.

إذا سارت الأمور جيّداً، فإنّ المعلومات تنتقل إلى الجهاز الحوفيّ. بعد دخولها أولاً إلى الحصين، تُرسل رسائل إلى أماكن التخزين في مقدم الفصّ الجبهيّ، وإلى أماكن الرّبط والوظائف التنفيذية؛

لتنشيط أي معلومات حُزّنت من قبل، ولها علاقة محتملة مع المعلومات الجديدة. إذا كانت المعلومات المخزّنة سابقاً ذات علاقة بالمعلومات الجديدة، تُرسل إلى الحصين والمناطق القريبة من الفص الصدغي، حيث تُربط بالمعلومات الجديدة لبناء الذاكرة العلائقية. عندئذٍ، ينشئ الدماغ روابط واعية بين هذه المعلومات المخزّنة والمعلومات الجديدة، يكون ذاكرة متكاملة في الفص الجبهي. إن وظيفة الربط التي يقوم بها الحصين مهمة جداً لعملية إنشاء الذاكرة، فإذا لحقت أضرار بالغة بالحصين، فقد يفقد المرء قدرته على تكوين أكثر من ذاكرة جديدة.

الأنماط ممرات يمكن للذاكرة تتبعها. كيف يمكن تطبيق الذاكرة العلائقية على عملية التعلم؟ نحن نعرف أنّ الذاكرة الصّماء غير فاعلة، ولكن يوجد الآن دليل واضح يحفّر الطلاب إلى إنشاء روابط ورؤية الأنماط.

إنّ عملية تكوين الأنماط هي العملية التي يلاحظ من خلالها الدماغ أنماطاً جديدة يكوّنها من خلال ربط المعلومات الجديدة بالقديمة، ضمن أنظمة مكونة من أنماط استخدمها من قبل. يُشدّد التعليم على زيادة الأنماط التي يمكن للطلاب استخدامها، وتعرّفها، والتعبير عنها. كلما زادت القدرة على التعامل مع هذه الأنماط وتعرّفها تعززت الوظائف التنفيذية. عندما تقدّم مادة جديدة بطريقة تمكّن الطلاب من ملاحظة العلاقات يزداد نشاط خلايا الدماغ (إنشاء وصلات عصبية جديدة) ويتحقق مزيد من النجاح في تخزين المعلومات واسترجاعها في الذاكرة طويلة المدى.

المنظمات البيانية

تساعد المنظمات البيانية الطلاب على ملاحظة العلاقات، وترتيب المعلومات على صورة أنماط من أجل تخزينها في الذاكرة. تعدّ هذه المنظمات من أكثر الوسائل التي تغذي التفرّعات في الخلية العصبية التي تعزز نموّ أدمغة الطلاب. كلما أضاف التربويون مزيداً من علم التدريس إلى مهاراتهم وأساليبهم الفردية، قلّت حاجة الطلاب إلى الاعتماد على عملية الحفظ غير الشائقة وغير

الفاعلة. تعدّ المنظمات البيانية بديلاً أكثر إبداعاً من عملية الحفظ عن ظهر قلب؛ لأنّها تمكن الطلاب من إنشاء الروابط، وملاحظة الأنماط، والوصول إلى معلومات مخزّنة ذات صلة بالمعلومات الجديدة، وتوسيع دوائر الذاكرة الموجودة أصلاً.

تتوافق المنظمات البيانية مع أسلوب الدماغ في تكوين الأنماط. وكي تحدث عملية الحفظ في الذاكرة، لا بدّ من عملية الترميز أولاً (المعالجة الأولية للمعلومات القادمة من الحواس). وكي تصل هذه المعلومات إلى المرحلة النهائية، وهي الاحتفاظ المستمر بالمعلومات في الذاكرة طويلة المدى، لا بد من عمليتي الدمج والتخزين أولاً، حيث تُحوّل المعلومات والأحداث قصيرة المدى التي رُمّزت إلى نمط آخر أكثر ديمومة. (كوتستال وآخرون، 1997، Koutstaal et al).

تعزز المنظمات البيانية هذه العملية المستمرة من تكوين الأنماط؛ لأنّ المادة تُعرض بطرق تحفّز أدمغة الطلاب إلى إنشاء روابط ذات معنى، ولها صلة بالمعلومات المخزّنة سابقاً. وتمكّننا هذه المنظمات من إنشاء الروابط، واكتشاف الأنماط، وتخزين البيانات الجديدة على أكثر من ذاكرة علائقية، ومن ثم أكثر من ذاكرة طويلة المدى جديدة (انظر الشكل 1).

الشكل 1

عينة تعليمات لمنظم بياني يمكن أن يعده طالب

1. إنشاء منظم بياني يحوي أدلة تدعم التعميم الآتي: النوم من ثمان إلى عشر ساعات كلّ ليلة مناسب لطلاب المرحلة المتوسطة.
2. أولاً، اكتب التعميم وسط صفحة المنظم البياني.
3. وحتى تدعم كل حقيقة اخترتها لذلك التعميم، أضف إليها رمزاً بصرياً. قد يكون: رسماً أو رمزاً أو صورة.
4. استخدم ثلاثة ألوان في الأقلّ.
5. اكتب ما لا يقلّ عن أربع حقائق تدعم ادعاءك.

يمكن أن تُقدّم المعلومات التي تُدرّس على صورة أنماط على صورة قطع صغيرة. ولأنّ الذاكرة العاملة لديها قدرة على التذكّر الفوريّ يقتصر على خمس إلى تسع قطع من العناصر غير المترابطة، وإذا وضعت المعلومات في وحدات صغيرة، عندها يستطيع الطلاب تذكر المعلومات بنجاح أكبر. وتاماً كما تُقسّم أرقام الهواتف وأرقام الضمان الاجتماعي إلى ثلاثة مقاطع أو أربع، فإنه يمكن تقسيم المعلومات إلى ثلاث مجموعات أو أربع ذات قواسم مشتركة، بدءاً من أسماء أنواع الأجناس إلى أسماء الدول والعواصم.

عندما تساعد المنظمات البيانية الطلاب على تجميع المعلومات، فإن ذلك يعزز ميل الدماغ الطبيعي لإنشاء المعاني عن طريق تكوين الأنماط. تعمل أفضل المنظمات البيانية على تفعيل خيال الطلاب ومشاعرهم الإيجابية في عملية إبداعية، حيث يمكنهم تعرّف الأنماط وفرزها واكتشافها بأنفسهم. أضف إلى ذلك أنّ استخدام المنظمات البيانية لربط المعلومات بعلاقات منطقية يمنحهم وقتاً للتفكير عن المعلومات. والنتيجة أنّهم يتجاوزون مرحلة الحفظ عن ظهر قلب ليصلوا إلى عملية إدراكية أعلى تُستخدم المعلومات فيها بطرق ملحوظة. وبذلك تكون المعلومات المخزّنة في الذاكرة العلائقية متوافرة لديهم لاستخدامها في التفكير الناقد، وفي الوظائف التنفيذية الأخرى المستخدمة في حلّ المشكلات.

تؤدي المنظمات البيانية إلى اندماج الطالب في التعلم إندماجاً جوهرياً؛ إذ إنّها تتطلب من الطلاب تقديم تفسير للمادة المُتعلّمة والتفاعل معها. عندما ينشئ الطلاب تقسيماتهم الخاصة، تزداد عملية تكوين الروابط. وفي حال زُودوا بإطار لمنظمتهم، فإنّه سيكون مفيداً لهم إذا فهموا المنطق من بنية ما زُودوا به.

وعندما يربطون المعلومات الجديدة بتلك المخزّنة سابقاً في ذاكرتهم فإنهم يختبرون إحساساً، وصفه (دوريس ليسنغ) بقوله: «هذا هو التعلم؛ فجأة تفهم شيئاً كنت تفهمه طوال حياتك ولكن بطريقة جديدة».

المحافظة على اليقظة وتحسين قدرة الذاكرة على الاسترجاع

يطور المعلمون قدرتهم على قراءة لغة الجسد لدى طلابهم. حيث تمكنهم هذه المهارة من تحديد الوقت المناسب لإراحة الدماغ (قيلولة)، أو لتنشيط وسائل التدريس. تزداد اليقظة وقدرة الذاكرة على الاسترجاع كلما زاد تنوع طرائق تدريس المادة نفسها. لذا، يجب تجنب فكرة أنّ هناك طريقة واحدة تناسب الجميع. إنّ تنوّع وسائل التّعليم هي طريقة لتوجيه التّعليم للتعامل مع أنواع مختلفة من الذكاء في كلّ مرة تُدرّس فيها المادة. وعليه، فإنّ أفضل الكتب المدرسية هي تلك التي تقدم اقتراحات لطرائق بديلة للتدريس.

الذاكرة الوميضية. كما هو موضح سابقاً، فإنّ الأحداث القويّة أدوات لبناء قدرة استرجاعية. هذه الذّكريات الوميضية، مثل أحداث تدمير برج التجارة العالمي، وتحطّم المكوك الفضائيّ تشالنجر، أو تفجير السفارة في كولومبيا، ينجم عنها ذكريات قوية مرتبطة بهذه الأحداث، مثل: ما الذي كنا نفعله عندما سمعنا أو رأينا هذا الحدث أو ذاك؟

هذه الذّكريات الصّوريّة الحية لدرس، تخلله مضمون بصريّ وعاطفيّ إيجابيّ، يمكن أن تقود الطلاب إلى عرض الدّرس في قالب تمثيليّ، أو التمثيل الإيمائيّ لإحدى المفردات، أو تمثيل مشهد تاريخيّ، أو القيام بأدوار تكون المحادثة فيها بلغة أجنبية. (سيستفيد الطلاب أيضاً من الحركة الجسدية والتغيير اللذين تهيئهما هذه الأنشطة). لهذه الغاية، أحتفظ في غرفة الصّف بصندوق يحوي

أزياء مختلفة، ولاسيما قبعات؛ لأستخدامه في الدروس التي يمكن عرضها في قالب تمثيلي.

لذا، يستفيد الطلاب من كونهم مشاركين شخصياً في موضوع المادة عبر تقنيات، مثل التدرّب العملي، والتجارب الميدانية، والتجريب، أو حتى حركة الجسم كله (الاستجابة الجسدية الكاملة) من أجل تحفيز تثبيت المعلومات الجديدة في الذاكرة، وتحسين استرجاعها لاحقاً. وتشمل بعض الأنشطة ما يلي:

1. أشكالاً متعددة من المراجعة، مثل خرائط المفاهيم لتوفير إطار لعملية الاسترجاع.
2. التخيل البصري: تصوّر الحدث التاريخي بالكلمات أو الصور على الورق.
3. الصلة الشخصية: ربط المعلومات بحياتهم. التفكير بالصلة، والكتابة عنها، والتشارك بها مع آخر.
4. صناعة منتج أو عمل نماذج.
5. القيام بدور، أو التمثيل الإيمائي.

عندما تُسترجع المعلومات بنجاح، فإنها تظل في حاجة إلى مراجعتها من أربع إلى سبع مرات لضمان بقائها. تتيح المراجعة التي تعتمد على أكثر من استجابة واحدة المجال للشبكات العصبية الجديدة؛ لتأجج أكثر من مرة. وكلما زاد تأججها أصبح الوصول إلى المعلومات واسترجاعها لاحقاً أكثر سهولة.

إن أفضل أنواع التعلم يحدث عندما يُعطى الطلاب الفرصة لتطوير قدراتهم على التفكير والتفسير، والانخراط في موضوع المادة. ولذلك، حرّي بالتربويين أن يصبحوا ليس موجّهين للمادة التي يدرسونها فقط، بل لعملية توجيه الذاكرة والاحتفاظ بالمعلومات. إن البحوث القائمة على الدماغ قدمت

لنا إستراتيجيات لتحسين قدرة الطلاب على استقبال المعلومات، وترميزها، وتخزينها، واسترجاعها. ولكنَّ هناك جانباً عاطفياً لا بد من أخذه في الحسبان أيضاً. والإستراتيجيات الآتية تسعى جاهدة لما يلي:

- خفض توتر الطلاب وقلقهم.
- قطع الدرس بين فينة وأخرى لجذب انتباه الطلاب.
- تحسين ذاكرة الطالب وقدرته على الاحتفاظ بالمعلومة عبر إنشاء صلة مع المادّة التي تعلمها سابقاً، والخبرات الشخصيّة، والمشاعر الإيجابيّة.
- إثراء الدروس بمدخلات حواس متعددة.
- التوصل إلى الإستراتيجيات المتعلقة بالذكاءات المتعددة والمرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالمادّة.

دروس تأسر الطلاب

في وقت متأخر من صباح أحد أيام تشرين الأول، دخل طلاب الصّف السادس غرفة صف المعلمة باترسن. كانت الغرفة معتمة؛ مضاءة بشمعة واحدة فقط. أُزِيحت المقاعد إلى جوانب الغرفة، وفُرشَت الأرض ببعض البطانيات. كان (كرسي المخرج) يواجه غرفة الصّف. فرح الطلاب بهذا الترتيب الذي خَفَّف من أيِّ مخاوف تتعلق بالعرض الشفوي القادم وموضوعه القصصي المخيف، وبسبب هذه المفاجأة الجديدة، كانوا منتبهين على نحو لم يحدث من قبل.

التّجديد؛ أحد الأسباب التي تجعل اليوم الأول في المدرسة مثيراً لأغلب الطلاب. قد تكون المعلمة جديدة، أو الزملاء جديداً، أو السبورة جديدة، أو الكتاب المدرسي جديداً، أو أنّ المشهد الذي تطلُّ عليه نافذة غرفة الصّف جديداً أيضاً. يتولد الحماس لديهم عندما يكون هناك تجديد في عرض المادّة،

أو عندما يسبرون غورها، ويرتبطون بها بطرق إبداعية ملهمة لهم. فإذا استطاع المعلمون توليد هذا الإحساس بالرهبة والدهشة فسينجذب الطلاب نحو الدرس، وسيروغبون في تعلّم المعلومات بطريقة هادفة.

يبحث الدماغ عن مغزى للمعلومات؛ كي يرمزها بنجاح. يجب جذب انتباه الطلاب قبل القيام بملاحظة المعلومات الجديدة، وترميزها، وترتيبها ضمن أنماط. إنّ الدرس الذي يتسم بالجدة، والفكاهة، والمفاجأة ينشّط انتباههم. ينجم عن اللجوء إلى هذه الإستراتيجيات ترميز أكثر نجاحاً للبيانات في دوائر الذاكرة (كوتستال وآخرون، 1997، Koutstaal et al.).

يمكن أن تشمل هذه الإستراتيجيات التفاعلية- التي تتضمن التجديد وجذب الانتباه- المسابقات، وألعاب التطابق، وتركيب القطع التي ينتج منها صورة كاملة، واستخدام الملصقات الملونة والرسوم الفكاهية. بعد ذلك، يمكن لهم تكوين الأنماط بربط كل معلومة بأخرى. يمكن تطبيق لعبة التطابق على الكلمات وتعريفاتها، أو على طرفي معادلة علمية أو رياضية؛ حتى تغيير أماكنهم من شأنه إضفاء حيوية على غرفة الصف.

ليس بالضرورة أن تحوي الدروس جميعها مفاجآت لتكون محفزة. إذ يستطيع المعلمون جذب انتباه طلابهم بالدروس التي تضع الطالب في بؤرة اهتمامها، وذلك بالتخطيط لوسائل تربط الذاكرة بالمادة المراد تعليمها. إنّ استخدام شيء بسيط كالمرآة من شأنه أن يجعل النشاط التعليمي ذا علاقة بشخص الطالب- كلّ الطالب النّظر في المرآة والإجابة كتابة عن أسئلة مثل: ما الذي سيفعله الشّخص الظاهر صورته في المرآة ليجعل العالم مكاناً أفضل؟ أو: ما ردّ فعل الشّخص الظاهر صورته في المرآة إذا سمع إهانة عنصرية؟. حتى في الصفوف

ذات الأعداد الكبيرة، فإن اعتماد إستراتيجيات تربط الطلاب أفراداً بالمادّة بصورة شخصية أمرٌ مهمٌّ؛ للمحافظة على جذب انتباههم وتيقظ أدمغتهم.

المعنى الشخصي

كما ذُكر سابقاً، يجب أن يهتم الطالب بالمعلومة الجديدة؛ من أجل أن تصل إلى الجهاز الحوفي بكفاية، ولإنشاء تشابكات عصبية جديدة تخزن في الذاكرة طويلة المدى. وبتعبير آخر، فإنّ الذكريات التي لها معنى شخصي في الأغلب ستخزن في الذاكرة الترابطية، ثمّ في الذاكرة طويلة المدى كي تُسترجع لاحقاً. إنّ التعلم المتمركز على الطالب، يمكن أن يؤدي إلى التفوّق؛ لأنّ للتعلم معنى شخصياً يمكن للطلاب رؤيته، ولديه القدرة على زيادة نجاحهم ومهاراتهم في تحقيق أمرٍ يهمهم.

أدوات للربط. يمكن للتعلم، بل ينبغي، أن يكون ممتعاً عندما يربط الطلاب المعلومات الجديدة بخبراتهم السابقة. إنّهُ يجعل التعلم ذا علاقة بشخصية الطالب، ويزيد فرص تخزين المعلومات في الذاكرة العلائقية. وفي حال لم يكن لدى الطلاب أيّ ارتباط سابق بالمعلومات الجديدة، يمكن للمعلمين البدء بها مدعماً بمنظم تمهيدّي، أو منظم بياني يمكن للطلاب تعبئته بعد أن يشاركوا في تجربة تعلّم فاعل. بعد ذلك، يستطيعون ربط المعلومات بهم، من خلال التفكير في وسائل يمكن لهم بوساطتها توظيف المعلومات الجديدة في هواياتهم ومنهمم المستقبلية.

تنشأ هذه الدوائر العصبية الإيجابية نفسها عندما يترافق الدرس بتجربة إيجابية. يمكن أن تكون هذه التجربة الإيجابية نتيجة الإحساس بالإنجاز، وبتفاعلات اجتماعية ممتعة مع المعلمين والزملاء، أو الشكر أو الثناء. هذا الرّبط العاطفيّ قابل للتطبيق، ولا سيّما في مرحلة المراهقة؛ لأنّ أثر المشاعر

والهرمونات يتعاظم في المرحلتين؛ الابتدائية والمتوسطة، ما يجعل هذه السنوات مهمة لاستخدام إستراتيجيات تحقق أفضل النتائج لنمو الطلاب العاطفي.

أحد الأمثلة على هذا هو مساعدة الطلاب على الوصول إلى الاهتمام والمتعة والراحة عبر تقديم المادة مصحوبة بأمر محب لديهم . فقد يكون الأمر المحب بدء الدرس في الملعب، أو بمكافأة صغيرة كالذرة المحمّصة (الفشار) . مثلاً، يمكن تقديم كتاب أدبي جديد يجعلهم يقرؤون الصفحات القليلة الأولى من الكتاب بأسلوب «الفشار» أو «المقاطعة في أي وقت» (هذا الأسلوب يعني أنهم يتأوبون القراءة بصوت عال، وبدلاً من التوقف عند نهاية الصفحة أو الفقرة، يقف القارئ في أي مكان، حتى لو في وسط جملة. هذه التقنية في القراءة تساعد على التركيز ومتابعة قراءة الآخرين؛ حتى يتمكنوا من متابعة القراءة بعدهم). قبل تقديم (قراءة الفشار) يمكن أن تقدم للطلاب بعض الفشار، أو حتى صنعه أمامهم، ليفهموا كيف تشبه هذه التقنية للقراءة فرقعات حبات الفشار غير المنتظمة، يربط الدرس بذكرى إيجابية، سترتبط بها الذاكرة الأكاديمية فيما بعد.

بناء الذاكرة العلائقية عبر المناهج. يتضمن تعلم المادة عبر المناهج الدراسية أنشطة تزيد الروابط بين مناطق مختلفة من الدماغ، حيث تُخزن المعلومات. عندما يبحث الطلاب الموضوعات بمهارة إبداعية، وبطرق موضوعية متعددة التخصصات فإنهم يتعلمون أنماطاً ومهارات لا حقائق فقط. وعندما تترايط الموضوعات يسهل تذكرها، وتصبح الحاجة إلى الحفظ عن ظهر قلب أقل؛ لأن مستويات أعلى من التفكير حُفّزت، ولأن عدد الممرات التي يمكن للمعلومات الانتقال من خلالها، من الذاكرة طويلة المدى إليها، قد تزيد.

التصور؛ عملية أخرى تمكن الطلاب من ربط المادة بحياتهم الشخصية. بعد أن يقدم المعلم لهم نموذجاً يصف فيه تصويره الشخصي لأمر ما، وذلك مثل ما يتصوره المعلم عند التفكير بمنظر شروق الشمس وقت الاعتدال الخريفي في القطب الشمالي (إلى أي الاتجاهات ينظر وفي أي وقت من النهار)، يطلب إليهم تصوّر العلم الذي يدرسونه. مثلاً، يتصورون الانفجار الكبير الذي ربما يكون قد وقع عند نشأة الكون.

بعد إطلاق العنان لخيال الطلاب، يمكن أن تتفاعل أدمغتهم تفاعلاً أكبر عندما يحوّلون تصوراتهم إلى كلمات، أو رسوم بيانية، أو صور. ويمكنهم وصف ما تخيلونه لبعضهم أو كتابته أو رسمه. وتاماً كما يتصوّر الرياضيون أي حركة قبل تنفيذها، فإنهم يُحثّون على تصوّر العمليات البيولوجية أو الأحداث التاريخية في الوقت نفسه الذي تُشرح فيه في الصّف. عندما يرسمون الرسوم البيانية، أو ينشئون النماذج، أو يشركون حواس البصر، والسمع، واللمس لديهم، أو الحركة في أثناء التعلم، فإنهم ينشئون روابط بين المعلومات الجديدة والأشياء التي يعرفونها من قبل. إنهم بذلك يشركون ممرات عدة في الدماغ، ويزيدون قدرة الذاكرة على التخزين والاسترجاع الفاعل.

كلما كانت الصورة المتخيلة أكثر غرابة، زادت القدرة على تذكرها. ويصبح النموذج هنا مهماً تبعاً للطريقة التي يستخدمها المعلم كي يظهر لهم تصوّره لمشقة عالية توضع بزواوية قائمة، ويتدلى منها وعاء معقود بها، كي يتذكروا الوتر في المثلث قائم الزاوية، ومحاولة ربط الكلمات والألفاظ في كل من المثال المستخدم والمادة المراد تعلّمها. يمكن أن تتضمن عملية التصور هذه شيئاً من الفكاهة، والإبداع، والمتعة، والاكتفاء الذاتي. يهيئ ذلك كلّ الجهاز الحوفي ليضيف قوة عند نقل الصورة والمفهوم المتعلق بها إلى الذاكرة طويلة المدى.

وإضافة إلى الصّور الذهنيّة، يمكن إشراك النّشاط الحركي؛ وبذلك يكون الطالب قد نشط دائرتين مختلفتين من دوائر الذاكرة.

عندما كنت أشرح المصطلحات غير المألوفة، استعملت الصّور الذهنيّة يرافقتها رسم على السبورة. ولكنّ اثنين من هذه المصطلحات كانا دائماً يثيران الضحك، وهما اللذان تم تذكّرهما جيداً، إلى درجة أن الطلاب الجدد كانوا يتساءلون عندما يحضرون حصتي متى سيتعلمون عن المضلعات والمعين. وكان الطلاب السابقون يسألون عن السبب وراء عدم نسيانهم لهذين المصطلحين. لشرح درس المضلعات المفتوحة والمغلقة، أرسم مضلعاً مغلقاً (polygon؛ بوليغون) وأرسم بداخله عصفوراً (أسميه بولي؛ Polly) ثم أفتح المضلع بمسح أحد أضلاعه، ومن ثمّ أمسح العصفور قائلة: عندما فتحت المضلع ذهب بولي: (Polly is gone) أي لفظ كلمة المضلع باللغة الإنجليزية نفسها (polygon). أمّا مصطلح المعين (رومبوس؛ rhombus)، فإني أرسم مستطيلاً، وأخبر الطلاب أنّ سائق حافلة مبتدئاً كان على الطريق واصطدم بالمستطيل. ثم أرسم المستطيل بعد اصطدام الحافلة المخطأة عليها به (Wrong Bus) والذي أصبح بعد أن مال rong-bus أو rhombus بعد سماع الهمهمات والضحكات كنت أجعلهم يقفون على شكل مستطيل، ويتخيّلون الحافلة وهي تصطدم بهم، ومن ثم يميلون قليلاً ليكونوا هيكلًا بشرياً على شكل معين.

إذا لم يكن لدي ما يكفي من الوقت لتعليم الطلاب المفردات الجديدة فإنّني أمثلها إيمائياً بنفسني، وأجعلهم يختارون من قائمة الكلمات المكتوبة على السبورة تلك التي تنطبق على تمثيلي. في مرات أخرى، أطلب إليهم إعطائي استجابة جسديّة تذكّرهم بالكلمة. لدي صورة رائعة التّقطت عندما طلبت إلى الجميع أن يظهروا لي تعبير مفهوم (العجرفة) بعد أن أخبرتهم أنّ من قام به قد يكون ملكاً فظاً، أو ملكة فظّة، قدّم له الشاي في كأس متسخة بواسطة خادم غير نظيف.

حتى مع الدراسة النظرية البحتة، كالأنظمة السياسية والفلسفة، إذا استطاع الطلاب فعل شيء نشط بالمعلومات الجديدة أمكن لهم حفظها في الذاكرة طويلة المدى. وكلما ازداد المفهوم المراد تعلمه تجريداً كان على المعلم أن يكون مبدعاً لكي يساعد الطلاب على ربط المادة بخبراتهم الشخصية، أو التفكير في تطبيقاتها العملية والمستقبلية.

مثلاً، يمكن ربط الأحداث التاريخية بالخبرات الشخصية للطلاب من خلال تحويلها إلى مآزق أخلاقية يواجهها الطلاب اليوم. يمكن أن يعيشوا المآزق الذي واجهه غير اليهود في أثناء محرقة الهولوكوست عندما جازفوا بأنفسهم هم وأسرههم بتخبئة اليهود من النازيين. يمكن أن يتبع الدرس المتعلق بهذا الحدث سؤال يتعلق بمآزق أخلاقية قد تحدث اليوم: ماذا لو كان جارك يؤذي كلبه ورأيتَه يفعل ذلك مراراً وتكراراً؟ ماذا لو رأك وأنت تراقبه وأخبرك بأنه سيسمّم كلبك إنْ أبلغت عنه؟ ما الذي يمكن أن تفعله؟ ما شعورك؟ عندما يفكر الأطفال في كيف يمكن أن يستجيبوا للأحداث المشابهة يصبح لدى التاريخ ارتباط شخصي بحياتهم وذاكرتهم العلائقية.

تحفيز الجهاز الحوفي تحفيزاً مناسباً، لا أقل ولا أكثر

اللوزة جزء من الجهاز الحوفي، وتوجد في الفص الصدغي. كان يُعتقد أنّ وظيفتها تكمن في كونها مركز الدماغ المسؤول عن الاستجابة للقلق والخوف فقط. في الواقع، يزداد نشاطها عندما تشعر بالخطر (ترتفع عمليات الأيض، ويلاحظ هذا من خلال الزيادة الكبيرة في استخدام اللوزة للجلوكوز المشع والأكسجين كما يظهر لنا التصوير الطبقي). إنّ نتائج تصوير الأعصاب هذه ظهرت لدى الطلاب عندما كانوا يشعرون بالعجز والقلق. عندما تعاني اللوزة زيادة النشاط الناجم عن التوتر أو الخوف أو القلق، فإنّ المعلومات الجديدة

القادمة من المستقبلات الحسيّة في الدماغ لا تتمكن من عبور اللوزة لتصل إلى دوائر الذاكرة.

لقد وجدت دراسات جرت حديثاً أنه يمكن إثارة اللوزة، ولكن لدرجة نشاط أيضاً أقل، وذلك عندما يعيش الطلاب حالة توتر إيجابية تتخللها مشاعر الرضا، والفرح، واللعب، والراحة، وكماً من التحدي المحفز.

خلال حالة التوتر هذه، أظهر تصوير الأعصاب نشاطاً أيضاً منخفضاً عند إثارتها. وأظهر الطلاب الذين اختبروا تحت هذه الظروف قدرة أكبر للذاكرة العاملة، وطلاقة لغوية أفضل، وذاكرة عرضية أفضل لتذكر الأحداث، وتفكيراً أكثر مرونة وولد أفكاراً أكثر إبداعاً لحلّ المشكلات. زد على هذا أنهم أظهروا سلوكيات اجتماعية أكثر إيجابية، ومن هذه السلوكيات المبادرة الاجتماعية، والتركيز، والصبر، وغيرها من الوظائف التنفيذية، ومهارات اتخاذ القرار.

في حين كشفت بحوث لاحقة أنه في حال قدّمت مشيرات ممتعة ومريحة وتعزيزية فإنه يمكن تهيئة اللوزة أو تحفيزها باعتدال لتصل إلى درجة التنبه اللازمة لتسهيل المعالجة الفاعلة للمعلومات والنقل العصبي لها. يتمثل هذا في التصور الذي قدمه لنا تصوير الأعصاب فيما عرف بـ (الفلتر المؤثر)؛ حالة من التوتر لدى الطلاب، تجعلهم لا يستجيبون لمعالجة المعلومات الجديدة ولا تعلمها، ولا تخزينها. هذا، يمثل دليلاً مادياً موضوعياً يثبت أنه عند التعرض لتوتر شديد فإن أي شيء جديد نتعلمه لا يصل إلى مراكز معالجة المعلومات في الدماغ.

لمنع الزيادة المفرطة في نشاط اللوزة، عليك بحماية الطلاب من التجارب السيئة التي يمكنها سدّ الطريق أمام مرور المعلومات الجديدة نحو الذاكرة طويلة المدى. من التجارب المثيرة للتوتر، والتي تؤدي إلى إغلاق الطرق أمام المعلومات، إطلاق الجميع على الدرجات المتدنية عند إعادة أوراق الامتحان، وكذلك تعليم

الطلاب بلغة لا يفهمونها دون استخدام الاستجابة الجسدية الكاملة (بكل ما فيها من حركة، وإشارة، وتمثيل إيمائي، وغيرها من التقنيات، لإعطائهم المعلومات التي هم في حاجة إليها)، أو تجاهل أسئلتهم دون إخبارهم أنك ستجيب عنها بعد أن تفرغ من شرح نقطة معينة. (في اللحظة التي لا يفهمون فيها جزءاً من عملية معينة، مثل خطوة في عملية حسابية، يكون أمراً مثيراً للتوتر الاستماع لمعلميهم في الشرح في حين هم لا يفهمون تلك الجزئية. ولكن، إذا طُمننا أنّ الإجابة عن سؤالهم قريبة جداً فستقلّ درجة توترهم). عموماً، أشدّ أنواع التوتر هو العجز المرتبط باليأس.

المادّة الرماديّة

أظهر المسح بوساطة التصوير بالبويزوترونات النافذة، كيفية انتقال المعلومات من المستقبلات الحسية في الدماغ من خلال اللوزة لتصل إلى الحصين، حيث يمكن إرسالها إلى مناطق الوظائف التنفيذية والذاكرة طويلة المدى في الفص الجبهي. هذه الصور، أظهرت أنه عند ازدياد النشاط الأيضي في اللوزة بسبب الإفراط في تحفيزها نتيجة التوتر، تُغلق الممرات المؤدية إلى أماكن التخزين في الذاكرة. وعندما يحدث هذا الإغلاق، تُظهر صور المسح نقصاً في النشاط الأيضي في مراكز التفكير وفي الذاكرة طويلة المدى. وبعبارة أخرى، عندما يحدث إفراط في تحفيز الجهاز الحوفي، ولا سيّما اللوزة، نتيجة التوتر العالي، يزداد النشاط الأيضي العصبي فيها بطريقة تمنع المعلومات الجديدة من العبور إلى مناطق التخزين والتفكير في الدماغ.

هذا البحث، يمثّل التصور الذي قدمه لنا تصوير الأعصاب فيما عُرف بـ (الفلتر المؤثر)؛ حالة من التوتر لدى الطلاب، تجعلهم لا يستجيبون لمعالجة المعلومات الجديدة، ولا تعلمها، ولا تخزينها.

على أيّ حال، فإنه بقدر أهمية تجنب الإفراط في زيادة نشاط اللوزة فإنّ من المهم أيضاً توفير تحديات بسيطة إلى معتدلة لإثارة فضول حقيقي، ومشاركة في الدرس، بحيث تصل فيه اللوزة إلى المستوى المثالي من التحفيز لزيادة سرعة تدفق المعلومات وكفايتها من خلالها نحو مناطق التخزين في الدماغ. إنّ

التوازن الصحيح بين هذه الفرص التوتريّة، والثقافية، وتجسيد فضول الطلاب واهتمامهم بالدّرس من شأنه أن يحفزهم إلى العمل بجد أكثر لفهم المادّة والارتباط بها. عندما يصل الطلاب إلى هذه الممرات المفتوحة في الذاكرة من خلال الأسئلة التي يبادرون بطرحها، فإنهم يعملون على تفعيل درجة أعلى من الوظائف التّنفيدية لديهم، وبالممارسة والخبرة والثقة بالنفس، سيجدون أنفسهم منفتحي العقول. يستطيع التربويون مساعدة الطلاب على فتح تلك البوابة (اللوزة أو الفلتر المؤثّر) لاستقبال البيانات الحسيّة. وبمجرد عبور المعلومات اللوزة يمكنها الارتباط بالتفسيرات الشّخصية التي يقدمها الطلاب، وبالمغزى الذي حاول المعلم إرشاد طلابه إليه. لدى هذه الذّكريات فرصة أكبر لأن يُحتفظ بها لدى أماكن تخزين (بنوك) الذاكرة طويلة المدى.

قبيلة المشابك العصبية

يحتاج كلّ دماغ إلى استراحات دورية، يُرَفّد خلالها النواقل العصبية، ومعالجة الوظائف التّنفيدية للمادة الجديدة. إنّ استخدام مصطلح (قبيلة المشابك العصبية) (syn-naps)، الذي له لفظ كلمة المشبك العصبي نفسه (syn-apse) مثال آخر للتلاعب بالكلمات، من شأنه المساهمة في بناء الذاكرة. المشبك العصبي هو الفجوة بين النهايات العصبية، حيث تنقل النواقل العصبية، مثل الدوبامين، المعلومات عبر الفراغ الذي يفصل امتدادات المحاور العصبية عن التّفرعات في الخلية العصبية المؤدية إلى خلية عصبية أخرى في المسلك. إنّ هذا التلاعب في مصطلح (syn-naps) يساعد المعلمين على تذكّر أنّ الدماغ لا بدّ من أن يرتاح بعد الإطلاق المتكرر للنواقل العصبية من النهايات العصبية، لكي يُرَمَّم الناقل العصبي من أجل أن يكون متوافراً عندما تصل رسالة جديدة عبر دوائر الذاكرة. أوقات الرّاحة هذه هي استراحات، لها القدر نفسه من الأهمية

التي للعناصر الأخرى التي تساعد الذاكرة على الاحتفاظ بالمعلومات، كعنصر المفاجأة، والحالة التوتريّة الإيجابيّة، والمُدخلات الحسيّة، وغيرها من أنواع الذاكرة الترابطيّة. هذه (القبيلولة) لا تمنع إنهاك دوائر الذاكرة، ولا تشوشها في أثناء أقصى ظروف التخزين فحسب، بل تُسهم أيضاً في الحفاظ على حالة توتر إيجابيّة.

إذا كان الدّرس يحتوي مادة معقدة، ولا سيّما إذا كان يُقدّم بأسلوب محاضرة، فإنّ هذه القبيلولة يمكن أن تصبح ضرورية بعد مدّة قصيرة لا تتعدى خمس عشرة دقيقة. عندما يدخل الطلاب حالة من استنزاف النواقل العصبيّة عند نقاط التشابك العصبيّ فإنهم يتململون، ويصبحون مشتتين وغير قادرين على التركيز. لذلك، من الأفضل إعطاء أدمغة الطلاب راحة قبل أن يحدث هذا الاستنزاف للنواقل العصبيّة وقبل أن يؤثّر التوتر في اللوزة، فيحول دون استيعاب معلومات جديدة. إذا لم تُجدّد النواقل العصبيّة بأسرع وقت، أو إذا بدأ النّشاط المفرط للوزة بخلق الطريق أمام إدخال المعلومات الجديدة، فإنّ كفاية الذاكرة ستخفّض سريعاً. وفي حالة الإرهاق هذه، لا يمكن تخزين المعلومات الجديدة بكفاية مناسبة.

المادّة الرماديّة

إن قبيلولة الأعصاب ضرورية أيضاً لتجديد النواقل العصبيّة. النواقل العصبيّة، مثل الحموض الأمينية؛ السيروتينين، والترتوفان، والدوبامين، تنقل المعلومات عبر المشابك العصبيّة (فجوات مجهرية بين الخلايا العصبيّة، حيث لا يمكن للمعلومات الانتقال على صورة نبضات كهربائيّة كما هي الحال عند انتقالها في العصب، لا بدّ من أن تنتقل المعلومات عبر المشابك العصبيّة المرتبطة بالنواقل العصبيّ الكيميائيّ؛ تماماً كالمسافر الذي يعبر النهر على مَنّ قارب).

تُطلق هذه النواقل العصبيّة من جانب واحد من هذه الفجوات المتشابكة، ومن ثمّ تطفو عبر الفراغ لتصل إلى الخليّة العصبيّة المجاورة، حيث ترتبط بمستقبلات خاصة. عند حدوث هذا الارتباط،

يُعاد تنشيط النقل الكهربائي في العصب المجاور ضمن الدائرة العصبية. وعندما تُستنزف النواقل العصبية بمعلومات كثيرة تنتقل عبر الدائرة العصبية دون استراحة، تنخفض سرعة نقلها للمعلومات عبر الأعصاب إلى مستوى أقل كفاية. وعندما يحدث ذلك، تتطلب معالجة المعلومات وقتاً أطول، وهذا يؤدي إلى إحباط الطالب، وإلى ذاكرة أقل نجاحاً في تخزين المعلومات.

يُعاد بناء النواقل العصبية المُستنزفة خلال دقائق إذا أُعطيت راحة قبل الانهيار التام، ولكن إعادة البناء ستطلب وقتاً أطول إذا استنزفت كثيراً. لذا، من الأفضل منع هذا الاستنزاف، بأن يخطط المعلمون لاستراحات للدماغ قبل أن يظهر على الطلاب مؤشرات تدلّ على التشتت أو عدم القدرة على الاستيعاب. وإذا استُتبت أوقات الاستنزاف والإرهاق، وأُعطى الطلاب وقتاً للراحة قبل أن يصلوا إلى هذه المرحلة، فإنّ الموضوع الذي يتعلمونه لن يرتبط لديهم، أو يتعزز سلبياً؛ نتيجة شعورهم بالملل كلما درسوه مجدداً.

خلال هذه الاستراحات، تصبح لدى المادّة الجديدة التي يتعلمونها الفرصة لتنتقل من الذاكرة العاملة، أو الذاكرة قصيرة المدى، إلى الذاكرة العلائقية (على الرغم من أنها لن تصبح ذاكرة دائمة إلا بمرور الوقت والممارسة). يستطيع الطلاب أن يبدؤوا استراحتهم بتغيير كامل، مثل التجول في الغرفة، أو شرب الماء، أو القيام بتمرين استرخاء لعضلاتهم، أو الغناء، أو الرقص، أو الذهاب إلى الحمام. ومع ذلك، فإنّ من المهم، بعد هذه النقلة، تطبيق الإستراتيجيات التي أثبتت جدواها في تقوية الذاكرة العاملة لتتحول إلى ذاكرة علائقية، ومن ثم لتصبح ذاكرة طويلة المدى.

بعد هذه الراحة، أو الحركة الجسدية، يكون الوقت مناسباً لاستخدام إستراتيجيات التعزيز المتمركزة على الطالب؛ واحدة لم تستخدم من قبل في الدرس. يُقال إنّنا نصنّف المعلومات تبعاً لأوجه التشابه، ونسترجعها من الذاكرة

تبعاً لأوجه الاختلاف. وعليه، فإنّ هذه هي الفرصة ليناقد الطلاب أوجه التشابه والاختلاف. وإليك بعض التقنيات:

- ارسم مخطط فنّ (Venn)⁽¹⁾.
- وُدّ صوراً ذهنية (في حال لم تفعل ذلك من قبل)، وفكّر في صور ذهنية أخرى قد تتبادر إلى الذهن بحيث تكون مرتبطة بالصور الجديدة.
- ابتكر استعارات ومقارنات.

إنّ المقارنات، ومع أنّها لم تعد جزءاً من اختبار القبول الموحد في الجامعات الأميركية، فإنها تبقى وسائل فاعلة ليضع الطلاب تصوراتهم، ومن ثمّ حدوث التفاعل مع التّعليم والارتباط به بمقارنة أوجه التشابه والاختلاف بين جزئين من المعلومات. بعد القبول، يستطيع الطلاب أن يبتكروا تشبيهاً أو استعارة تساعدهم على تلخيص المادّة الجديدة. على سبيل المثال، في اللغة، يعطي استخدام ظرفي المكان أو الزمان معنى أكثر للأفعال مثلما تعطي المعاملة اللطيفة معنى أكثر للصدقة. إنّ عملية عقد المقارنات هذه تعدّ طريقة لتنظيم دوائر الذاكرة، أو لاستحضار المعلومات المخزّنة المشابهة لترتبط مع المعلومات الجديدة.

يستطيع الطلاب الاستفادة من حالة اليقظة ليعقدوا مقارنات عن طريق الأسئلة الآتية: ما أوجه الشبه بين الثورة الأميركية وضربة كرة البيسبول؟ كيف تشبه يد الإنسان أجنحة الخفاش؟ كيف يشبه الأطفال الشتلات الجديدة التي غرسناها؟ كيف يشبه تطوّر الطفّرات في الكائنات الحية البرنامج التلفزيونيّ سيرفايفور: (Survivor)⁽²⁾.

يمكن أن يحدث ارتباط أكبر بالكتب، أو التقارير التّاريخية، أو المقالات التجريبية عندما يعقد الطلاب مقارنات على شكل قصص شخصية، يبدأ بها

(1) صورة تستعمل في نظرية المجموعات، لتبيين العلاقات الرياضية أو المنطقية لمجموعة من الأشياء أو المفاهيم - المحرر.

(2) برنامج يتحدث عن صراع البقاء، والترجمة الحرفيّة له هي الناجي؟

الطالب المقال وتنتهي في نهايته. هذه الإستراتيجية، لا تربط الطالب شخصياً بالموضوع فحسب، بل تعدّ طريقة مقنعة لجذب القراء.

تقوي الذاكرة بالنظرة المعمقة، ذلك أنه عندما يستوعب الطلاب المفاهيم جيداً، يصبح من الأسهل عليهم بكثير تذكّر الحقائق المتعلقة بها. تحدث تقوية الذاكرة عندما يستخدم الطلاب المقارنات، والاستعارات، والقصص الشخصية لربط المعلومات الجديدة بمخطوطاتهم الرسومية الداخلية، ألا وهي شبكات التفرعات في الخلية العصبية لديهم.

التكرار والتقوية

تحافظ آليات عدة على المعلومات المخزنة، ومن هذه الآليات التذكّر، والألفة، والمراجعة. ومع تذكّر المعلومة تذكراً صحيحاً، واستخدامها في الوظائف التنفيذية تبقى هناك حاجة إلى مراجعتها مراجعة منظمة، ولكن على مدد زمنية تطول تدريجياً. هذا التكرار، وبعد أول استجابة صحيحة، ينجم عنه تعزيز للوصلات العصبية عبر المحاور العصبية، والتفرعات في الخلية العصبية، والمشابك العصبية. وكلما زاد تنشيط الوصلات العصبية بوساطة التحفيز الناتج من الممارسة، نمت التفرعات في الخلية العصبية لتقوي الاتصال بين الخلايا العصبية.

المادة الرمادية

عند تعلّم أداء حركات معينة (في هذه الحالة تعلّم العزف على البيانو)، كشفت الدراسات التي تمت بوساطة التصوير الوظيفي بالرنين المغناطيسي أنه خلال المراحل التعليمية الأولى يُنشّط جزء كبير من مناطق السيطرة الحركية في الدماغ. ومع تزايد الخبرة، وتطوّر المهارة، تقلّ المناطق الدماغية التي تُنشّط عند عزف البيانو. تشارك مناطق ضئيلة جداً من القشرة الحركية فقط عند العازفين المحترفين في أثناء عزفهم. إنّ الاستنتاج الذي تم التوصل إليه يشير إلى أنه عندما أصبحت ممارسة الشبكات العصبية أكثر كفاية احتاج الدماغ إلى عمليات أبطأ للقيام

بالعملية نفسها. والنتيجة هي أن هناك تحريراً لطاقة الدماغ، ومناطق فيه، لتستخدم في أمور أخرى. (جانك، 2000، Jancke).

عندما يلحظ الدماغ المعلومات عن طريق تكرارها بطرق عدة، فإنّ هناك عملية مراجعة تجعل ترميز المعلومات أكثر كفاية. ولهذا، فإنّ استخدام الكلمة في جملة، والاستماع إلى زملاء وهم يقرؤون جملهم، ثم اتباع تعليمات لاستخدام الكلمة في المحادثة خلال اليوم، سيؤدي إلى تخزين واسترجاع أكثر نجاحاً للمعلومات في الذاكرة طويلة المدى من مجرد حفظ معنى الكلمة (كوتستال وآخرون، 1997، Koutstaal et al.).

ينجم عن هذا التكرار المتنوع للمعلومات دمج المعلومات الذي يتضمن استخدام الإستراتيجيات الأكثر كفاية لاكتساب المعلومات أولاً، ومن ثم ممارستها والتدريب عليها. إنّ أكثر المعلومات التي سنتذكرها هي تلك التي تعلمناها بطرائق عرض متفاوتة ومتعددة، وتبعها استخدام حقيقي للمعرفة عبر معالجتها في مراكز الوظائف التنفيذية. يمكن التوصل إلى معالجة المعلومات الجديدة في مراكز الوظائف التنفيذية من خلال الأسئلة المتمركزة على الطالب، أو الأسئلة ذات الإجابات المتعددة (المفتوحة)، أو من خلال حلّ المشكلات، أو ربط المعلومات الجديدة بمواقف حقيقية من الحياة اليومية للطلاب.

ستحول هذه الخطوات البيانات الحسية التي أشبعت عند الطلاب إلى معارف يمتلكونها. إن طرق عرض المعلومات المتعددة والمتفاوتة، والمعالجة الإدراكية العالية ستؤديان إلى إنتاج ممرات أكثر للوصول إلى المعلومات، وذلك يعني ممرات أكثر لاسترجاعها بعد تخزينها في مراكز الذاكرة طويلة المدى.

إستراتيجيات لدعم المادة التي علّمت في الذاكرة طويلة المدى

- قدّم المعلومات عندما يكون الطلاب متفاعلين وشديدي الانتباه.

- مارس الدقة، والملاحظة المحددة حتى يتعلم الطلاب المعلومات ضمن سياق ذي مغزى. وشجعهم على تكرار المعلومات التي تريد أن يتذكروها، مراراً وتكراراً حتى في الحوار مثل: أليس من القبح وجود هذا الكم من العلكة الملتصقة بأسفل طاولات بعض المطاعم؟ بلى، والأمر الأكثر قبحاً هو عندما تضطر لتنظيفها.
- استخدم طرقاً متعددة الحواس لعرض المعلومات، الأمر الذي يؤدي إلى إنشاء روابط متعددة وبناء ذاكرة علائقية، ترتبط بدوائر الذاكرة الموجودة أصلاً؛ من أجل زيادة القدرة على الاسترجاع من مخزن الذاكرة.
- ابتكر دوافع شخصية ذات علاقة بالطالب للتعلم. مثلاً، إذا كانت هناك مادة رياضيات أو مادة علمية لا بد للطلاب من إتقانها على وفق معايير المنهاج، فإنه يمكن إعطاؤهم دافعاً للتعلم، بل وحتى حفظ الأساسيات غيباً؛ الجبر، والجغرافيا الهيكلية، وأسس الكيمياء، وعلم الأحياء، والديناميكا الهوائية، وميكانيكا الموج، للوصول إلى هدفهم؛ وهو بناء نموذج لسيارة برمائية.
- استخدم وسائل الملاحظة الفاعلة (عند العرض المبدئي، كرّر فرص الملاحظة مجدداً، مع استمرار تنفيذ الدرس) لعمل روابط شخصية، واكتشافات عن المادة؛ لتعلمها بصورة أفضل.
- اطلب إليهم توظيف المعلومات المكتسبة للإجابة عن أسئلة ترتبط بحياتهم الشخصية، وتثير التفكير الناقد لديهم، أو لإصدار الأحكام عن طريق تلك المعرفة الجديدة.
- اطرح مشكلات عملية واقعية أمامهم ليقوموا بحلها بالمعلومات الجديدة.
- اسألهم عن كيفية توظيف المعلومات الجديدة خارج المدرسة. وكيف يمكن أن تكون هذه المعلومات ذات أهمية بالنسبة إلى وظائفهم المستقبلية؟ وكيف يمكن أن تكون ذات قيمة لوظائف ذويهم أيضاً؟

وكما يوئد الاهتمام الشَّخصي بالتعلم والأنشطة الجديدة اهتماماً بالصورة الكليَّة للموضوع الجديد، فإنَّ تلك التقنيات نافعة لتبليغ التجارب التعلُّميَّة ذروتها. مثلاً، بعد أن درسنا الحياة اليوميَّة للمستعمرين الأمريكيين الأوائل، طبَّقنا (يوم المستعمرة)، وتمكن الطلاب من ارتداء ملابس المستعمرين الأمريكيين، وتحضير أطعمة كانت موجودة أيام هجرة المستوطنين إلى أمريكا، وكذلك تعلم لعبة كانت تُمارس كثيراً في تلك الحقبة، والقيام بدور شخصيَّة مشهورة من زمن الاستعمار، أو عرض حرفة أو مهنة سائدة آنذاك. كان باستطاعتهم اختيار طبيعة مشاركتهم في ذلك النشاط، واستعمال الوظائف التَّنفيذية والمعلومات الجديدة التي اكتسبوها عن حياة المستوطنين لتقويم أفضل الطرق لتنفيذه، والتخطيط له، وتحديد أولوياتهم ضمن جدول زمني من أجل التَّحضير له. وكان يجب أن تكون لديهم معرفة جيدة عن هذا الموضوع؛ ليستطيعوا الإجابة عن تساؤلات أقرانهم الصعبة عن الشَّخص الذي يودُّون دوره، أو عن طعام أو نشاط معين في مجتمع المستعمرين آنذاك.

ذروة الأنشطة وتعزيز الذاكرة

- يقدم الطلاب ملحوظات مستمرة، ويراجعون فرضياتهم مع التَّشجيع المستمر لها. (كانت أسس تدريبي العملي وممارستي لمهنة الطَّبِّ ملاحظة المرضى ملاحظة دقيقة، وافتراض قائمة أوليَّة من التَّشخيصات الممكنة. ثمَّ أبحث وأدرس وأجمع البيانات لأنقح التَّشخيص الذي قمت به. عندما يستخدم الطلاب محركات البحث الموجودة على الشبكة العالمية (الإنترنت)، مثل جوجل، فإنهم يقومون فعلاً بالمراجعة والتَّشجيع؛ إذ يتخيرون كلماتهم التي يستخدمونها في البحث ويصقلونها لاختيار المعلومات المحددة التي يحتاجون إليها من بين آلاف المراجع الأوليَّة).

- توجيههم إلى عقد مقارنة بين أعمالهم وأعمال الخبراء في المجال نفسه.
- تشجيعهم على التَّحَقُّق من الوقائع والتفاصيل، وتحليل آرائهم واستنتاجاتهم.
- استخدام الطلاب المنظمات البيانية والأنشطة، مثل إستراتيجية الجداول الذاتية التي يسجلون فيها ما يعرفونه، وما يرغبون في معرفته، وما الذي تعلموه. عندما يربط الطالب المعلومات الجديدة بالمعرفة المخزَّنة لديه مسبقاً باستخدام إستراتيجية الجداول الذاتية السابقة الذكر، فسرعان ما يألف المادَّة، ومن ثمَّ يتحسن تذكُّره لها. على سبيل المثال، بعد دراسة مصطلح (حزام الأمان) فإنهم عندما يرون كلمة (حزام) فإنهم على الأرجح سيربطونها بكلمة (الأمان).
- طرح أسئلة ذات علاقة بالطالب، تكون ذات إجابات متعددة، وتثير التفكير الناقد؛ من أجل تعميق إدراكه. يمكن للمعلم طرح هذه الأسئلة التي لا بدَّ من أن تكون نابعة من اهتمامات الطلاب الشَّخصيَّة في المادَّة المراد تعلُّمها. بعد البدء بعرض أولي شامل للمعلومات التي تتسجم مع اهتماماتهم، سيطرحون أسئلة للحصول على مزيد من المعلومات، ولتصبح أحكامهم منطقيَّة على الأشياء التي يسمعونها، أو يرونها، أو يقرؤون عنها.
- عرض المعلومات نفسها، أو تلك المشابهة، بطرق مختلفة مع مرور الوقت. وعليه، يتطوِّرون تدريجياً عبر طرح الأسئلة والأنشطة التي تلخِّص المعلومات للتيقُّن من أنهم قد فهموا الحقائق والإستراتيجيَّات اللازمة لاجتياز الامتحانات الموحَّدة، ولكي يستفيدوا من هذه المعلومات مستقبلاً لتحقيق مصالحهم.
- يُقوِّم الطلاب بأدوات تقويم حقيقيَّة. حيث تُقوِّم كيفية استخدامهم المادَّة المُكتسبة في حلِّ المشكلات واتخاذ القرارات الصائبة، والتفكير الإبداعي،

وافترض التوقعات، وعقد المقارنات (الاستعارات والتشبيهات) وفي التفكير الناقد.

- استخدام الطلاب إدراك الإدراك والتأمل؛ ليتعلموا من عملية التعلم التي شاركوا فيها، وتطوير مهاراتهم لمراقبة تعلمهم المستقبلي.

المادة الرمادية

إن مفهوم ما وراء المعرفة عن الإدراك - معرفة المرء بأفكاره وبالحقائق التي تؤثر في تفكيره وتعلمه- يمكن أن يحسن إلى أقصى حد عملية التعلم. وعلى الرغم من المعلومات التي منحنا إياها تصوير الأعصاب ورسم خرائط الدماغ عن اكتساب المعلومات، فإن بعض أفضل الإستراتيجيات هي تلك التي يتعرفها الطلاب بأنفسهم. لقد أظهرت البحوث أن أفضل الطلاب هم الذين يمارسون سلوكيات متباينة. بعد درس جرى فيه حث الطلاب على تحديد نجاح باهر حققوه من خلال عملية التعلم الذي تلقوه ذلك اليوم، يتعين عليهم التشديد على ما فعلوه بصورة صحيحة.

هناك كثير من الوقت يمضي في مساعدة الطلاب على تصحيح أخطائهم وفهمها. وعندئذٍ، لا يتبقى سوى قليل من الوقت لتعزيز إستراتيجياتهم الناجحة في التعلم. عندما يفكرون ويكتشفون أنهم في هذا اليوم الناجح أخذوا مزيداً من الملحوظات، وجلسوا بعيداً عن زملائهم الذين يشتمون انتباههم، وشاركوا أكثر في النقاش، ورسوموا رسوماً ذات مغزى، واستمتعوا بلعبة وصل الكلمات، أو قاموا بتنبؤ صحيح- فإن إستراتيجية إدراك ما وراء المعرفة هذه ستمنحهم أداة سيستخدمونها مجدداً. وقد تصبح في نهاية المطاف أحد سلوكيات التعلم المميزة التي تزيد قدرتهم وثقتهم بأنفسهم، وتساعدهم على أن يصبحوا متعلمين مثاليين.

إنهم يستفيدون من فرص متعددة لممارسة عملية إدراك الإدراك التي تجعل من اللاوعي وعياً. إن هذا هو الوقت المناسب كي يختبرون تجاربهم في التعلم، ويطوروا وعيهم الذاتي. هنا، يمكن استخدام الأسئلة المُعززة، مثل: ما الذي كان صعباً، وما الذي كان سهلاً؟ ما الذي نجح معك، وما الذي كنت ستفعله على نحو مختلف؟ ما الذي تعلمته عن العمل في مجموعة؟ إذا كان أداء الطالب ضعيفاً في مادة ما، ومن ثمّ تحسن أدائه في الامتحان، أو في تقرير، أو مشروع، فإنه يمكنه/ها الإجابة عن هذا السؤال: لم تعتقد أنك كنت ناجحاً جداً هذه المرة؟ ما الذي يمكنك فعله لتتمكن من مواصلة هذا الأداء الجيد؟

تهدف الإستراتيجيات القائمة على الدماغ، التي سبق وصفها، إلى تقوية الذاكرة من خلال زيادة الترابط بين الأشياء عبر الألفة، والمشاركة الشخصيّة، وعملتي المراجعة والتكرار بوسائل متنوعة. عندما تُستخدم هذه الإستراتيجيات يُجْزُ معظم العمل لتقوية التخزين والاسترجاع في الذاكرة طويلة المدى. ولأنّ المادّة الجديدة عُرِّزت عبر تذكير الطلاب بربطها بحياتهم الشخصيّة كنتيجة للدرس، ولأنهم سُئِلوا أسئلة ذات أجوبة متعددة عمّا وجدوه ممتعاً، وما ذُكروا به، وما الذي ما يزالون راغبين في معرفته- فإنهم سيتمكنون من توظيف الدرس الذي تعلموه إلى أبعد من غرفة الصّف، ربما حتى في حجرة الطعام عند مناقشة مع أحد الزملاء، أو مع الأسرة على مائدة العشاء.

فيما يلي قائمة تلخّص الطّريق الذي يؤدّي إلى النجاح في تخزين المعلومات والاحتفاظ بها:

1. تدخل المعلومات عن العالم إلى الجسم عن طريق الحواس.
2. يمهّد الجهاز الحوفيّ وجهاز التنشيط الشبكيّ الطريق لباقي الدماغ كي يستجيب لهذه المُدخلات الحسيّة.
3. عندما تكون هناك نسبة مثالية من التحفيز والراحة فإنّ أجهزة التنشيط هذه تعدّ دوائر الذاكرة على نحو مناسب. وبذلك تصبح دوائر الذاكرة فاعلة وجاهزة.
4. إطلاق الدوبامين والإدرينالين بكميات مناسبة.
5. تصل المعلومات عبر دوائر الذاكرة، وترتبط بالمعلومات المخزّنة سابقاً، وبالخبرات الشخصيّة لتكوّن أكثر من ذاكرة علائقيّة، وأنماطاً أيضاً.
6. تُفعل الوظائف التنفيذيّة في الفصّ الجبهيّ.

7. تُسترجع المادّة التي جرى تعلّمها، وتُثبّت على صورة معرفة عند استرجاعها وتطبيقها في مواقف جديدة، وفي حلول إبداعية لأيّ مشكلة مستقبلية.

التقنية أداة للذاكرة

إنّ الأشكال المتنوعة لمراجعة المعلومات، عن طريق استخدام تقنيات مختلفة للتدريب على المادّة نفسها، ذات قيمة إضافية لتعزيز عملية تقوية الذاكرة، وعمليات الاسترجاع، والمعالجة بوساطة الوظائف التنفيذية. إنّ هذا التعزيز الإيجابي يمكن أن يكون عاملاً قوياً في تعلّم الطلاب. ولأنّ المعلمين لا يستطيعون الوجود دائماً لتوفير هذا التعزيز الخارجي، عندها تستطيع التقنية المساعدة.

إنّ بعض الطلاب لا يملكون إمكان استخدام الإنترنت في المنزل، لكن معظمهم يمكن له استخدامه في مختبرات الحاسوب أو المكتبات في المدرسة. أضف إلى ذلك أنّ كثيراً من الكتب المدرسية في مادة الرياضيات أو التاريخ، أو غيرها من المواد، توضع على أقراص ممغنطة (CD-ROM) أو على شكل ملحقات أو صفحات على الإنترنت، مع أنشطة تفاعلية لكلّ من الطالب والمعلم.

ولأنّ كثيراً من التقنية التفاعلية على جهاز الحاسوب تبدأ في مجال الرياضيات، فإنّ المثال الموجود للتجربة هو نظام ALEKS على موقع www.k12aleks.com. يُعدّ هذا النظام مثلاً على الكيفية التي تستطيع برامج الحاسوب التفاعلية بوساطتها تعزيز تعلّم الطلاب واحتفاظهم بالمعلومة. يدخل الطلاب البرنامج بواسطة معلم، يمكن له بعد ذلك مراقبة الوقت الذي يقضونه، والتقدّم الذي يحرزونه، وسرعة تعلّمهم. إنّ المعلمين لا يرصدون المفاهيم التي أتقنها الطلاب فحسب، بل يرصدون المفاهيم الموجودة في (ZPD) (منطقة التنمية القريبة أو الاستعداد لفيجوتسكي) أيضاً. بعد ذلك، تُعرض الموضوعات

التي أصبح الطالب على استعداد لتعلّمها على صورة مخطّط دائريّ يقدم مجموعة من الموضوعات الفرعية التي يمكن للطالب الاختيار بينها.

تعدّ التغذيةيّة الراجعة أحد أقوى العوامل المؤثّرة في تعلم الطلاب؛ لأنها تقوي الخلايا العصبية في الدماغ. يقدّم نظام ALEKS تغذية راجعة إيجابيّة لهم، ومن ثمّ يعيد تقوية دوائر الذاكرة في الدماغ. إنّ المكافأة التي يحصلون عليها في هذا النظام أصيلة؛ لأنها تعزّز إنجازاتهم، ولأنها مرتبطة ارتباطاً مباشراً مع التعلم الذي قاموا به للتوّ، أو الذي تعلموه في دروس سابقة اختبروا بها على وفق تقويم دوريّ. في نظام ALEKS، تتوافر التغذيةيّة الراجعة للطلاب والمعلمين في أيّ وقت، وفي كلّ درس جديد يبدأ بمراجعة المادّة التي تعلمها الطالب من قبل.

إنّ برامج الحاسوب المصمّمة جيداً يمكنها تعزيز روابط الذاكرة وممرات الوصول، والاحتفاظ بالمادّة التي تعلمها الطلاب في غرفة الصّف، وقرؤها في كتبهم. ولكن الأمر يعود في النهاية إلى المعلمين، والإداريين، وفرق تخطيط المناهج لتقدير أهمية برنامج ما على الحاسوب. عليك أن تبحث عن نظام يتوافر فيه تقويم دوريّ يراجع الموضوعات كلّها في المادّة. إنّ هذا لا يعزّز الذاكرة الحالية فحسب، بل يقدم مراجعة مناسبة للمادة عند ظهور فجوات علمية فيها أيضاً. بعض أنظمة الحاسوب تعمل، فقط، على تقدير ما تذكّره الطالب من المعلومات التي تعلّمها بعد آخر تقويم. إنّ هذه الأنظمة لا تعالج على نحو مناسب أنظمة الاسترجاع في الذاكرة طويلة المدى. إذا نسي الطالب أشياء تعلّمها سابقاً في المقدّر فإنّ التقويم يجب أن يلاحظ هذه الفجوات، وينبّه إليها عندما يقيس الإتيان الفعليّ. إنّ أفضل الأنظمة هي التي تستخدم المعلومات كلّها عند تقويم مدى استعداد الطالب للتقدم، وتجعل هذا التقويمات شاملة، وفي متناول المعلمين؛ ليتمكن لهم مراجعتها.

عندما يغادر الطلاب غرفة الصّف

تخصّص أغلب المجالات واسعة الانتشار وكتب التعلم الذاتي صفحات نظريات عن أثر كلّ من النظام الغذائي، وممارسة التمارين الرياضيّة، وأسلوب الحياة، في الصّحة الجيّدة. من الصعب تحديد مدى أثر هذه العوامل واتخاذ قرارات علمية بصدها. لحسن الحظّ، قدّم لنا تصوير الأعصاب دليلاً ثابتاً بالتجارب عن بعض هذه العوامل، ولاسيّما تأثير النّوم في الذاكرة.

النّوم. في أثناء النّوم، ينخفض نشاط الوظائف التّفيزيّة في الفصّ الجبهيّ؛ لأنّ كمية أقلّ من المدخلات الحسيّة تدخل الجهاز العصبيّ.

إنّ هذه الحالة من انخفاض النشاط هي ما يحتاج إليه الدّماغ تماماً كي يتدرب على المعلومات التي تعلّمها حديثاً ويكرّرها. أحياناً، يكون ذلك على صورة أحلام. ولأنّ النّوم هو الوقت الذي لا ينشغل الدّماغ فيه كثيراً بالمدخلات الحسية التي تتدفّق عليه طوال اليوم، فإنه يستطيع تكريس جزء أكبر من طاقته (عملية الأيض) لتنظيم أنواع الذاكرة التي تكوّنت خلال النهار وتخزينها.

المادّة الرماديّة

أشارت التجارب على الحيوانات إلى أنّ عملية الدمج في الذاكرة تحتاج إلى تصنيع بروتين جديد في قرن آمون، وفي أماكن التخزين تحت قشرة الفصّ الجبهيّ. ظهرت هذه التغيّرات خلال التّصوير الوظيفي بالرنين المغناطيسيّ على صورة استهلاك متزايد للأكسجين بعد أربع وعشرين ساعة من تخزين المعلومات. تبعاً لذلك، يُعتقد أنّ المعلومات التي تبقى بعد مرور يوم واحد تكون قد تمكّنت من الدخول بنجاح في عملية الدمج مع المسالك العصبيّة، والتفرّعات في الخليّة العصبيّة الجديدة، والمشابك العصبيّة.

تنمو الرّوابط بين الخلايا العصبيّة عندما تُخزّن المعلومات بوساطة نموّ عدد أكبر من الخلايا العصبيّة الدقيقة من العمود الفقري وتداخلها. تتطلب هذه الخلايا وقتاً للنموّ، وهذا لا يحتاج فقط إلى قيلولة قصيرة للدّماغ (إراحة الدّماغ)، حيث تُجدّد النواقل العصبيّة مثل الدوبامين، بل إلى

النوم أيضاً. خلال النوم، تحدث أعلى نسبة من إعادة تجميع المواد الكيميائية العصبية اللازمة لتحفيز نمو التفرعات في الخلية العصبية.

تبلغ قدرة التخزين في الدماغ ذروتها خلال أطول مدة من النوم غير المتقطع، أكثر من النوم الذي تحدث فيه الأحلام والمرتبط بمرحلة حركة العين السريعة. مرحلة النوم العميق هذه حاسمة؛ ففيها يحوّل الدماغ المعلومات الحديثة إلى ذكريات طويلة المدى، من خلال بناء التفرعات في الخلية العصبية وتوسيعها. وعليه، فإنّ المعلومات التي جرى تعلمها خلال النهار، تُخزّن بصورة دائمة في الذاكرة.

كلّما زاد عدد التفرعات في الخلية العصبية المتفرعة من الخلايا العصبية، والتي تصل الخلايا ببعضها ببعض زادت قدرة الدماغ على تعرّف أوجه الشبه بين الخبرات الجديدة والمخزّنة من قبل. مرة أخرى، هذا يؤكد أنك كلّما عرفت أكثر أصبح التعلم سهلاً.

ينشط هرمون النمو في أثناء النوم تحديداً، وهو ذات الوقت الذي يحفّز فيه بروتين النيوتروفين (عامل نمو الأعصاب) عملية نمو التفرعات في الخلية العصبية. أيضاً، تُعزّز عملية التفرع هذه بواسطة السيروتين؛ الناقل العصبي الذي يفرزه الدماغ في الساعة السادسة أو الثامنة من النوم عادة. هذه الأهمية للنوم، دفعت الباحثين إلى اختبار، ثم تأكيد فرضيتهم التي تشير إلى أنّ النوم من ست إلى ثماني ساعات يمكن أن يزيد قوة الذاكرة واليقظ بنسبة 25% (فرانك، إسا وسترايكر، 2001). (Frank, Issa, & Stryker, 2001).

يساعد النوم الدماغ على دمج المعارف والخبرات الجديدة وتخزينها في الذاكرة. لقد أكّدت البحوث عن النوم صحة ما اكتشفه الطلاب بأنفسهم من خلال عاداتهم الدراسية؛ حيث لاحظوا أنّ من الأفضل مراجعة ملحوظاتهم وهم متيقظين بدلاً من مراجعتها قبل النوم. تقترح الدراسات أنه في حال راجع الطلاب دروسهم على نحو مكثف، ثم توقفوا عند شعورهم بالنعاس، فإنّ نوعية المعلومات التي احتفظت بها الذاكرة وكميتها تفوق تلك التي كان يمكن الاحتفاظ بها في حال استمروا في المراجعة لساعات بعد شعورهم بالنعاس.

حتى لو عوّض الطلاب الذين حُرِّموا من النوم ساعات نومهم لاحقاً، فإن أداءهم في الامتحانات عمّا تعلموه حديثاً سوف ينخفض (ستيكجولد، 2000، Stickgold). كشفت دراسة أجريت على طلاب حصلوا على درجات منخفضة (70 فما دون) أنّ هؤلاء الطلاب ناموا خمساً وعشرين دقيقة أقلّ من الطلاب الذين حصلوا على درجات مرتفعة (80 فأكثر)، وأنّ الطلاب ذوي الدرجات المنخفضة كانوا يتأخرون في الخلود إلى النوم أيام المدرسة زهاء أربعين دقيقة مقارنة بالوقت الذي كان ينام فيه الذين حصلوا على درجات مرتفعة. وأنّ المراهقين الذين ناموا أقلّ من سبع ساعات أظهروا زيادة في النعاس، والاكْتئاب، والمشكلات السلوكيّة خلال النهار (ولفسون، 1998، Wolfson).

في عام 2004، ألغت جامعة ديوك الحصة التي تبدأ في الثامنة صباحاً كلّها؛ لأنّ الطلاب كانوا لا يحصلون على قسط كافٍ من النوم. قال ريان لومباردي، مساعد العميد في الجامعة: إنهم يأتون لرؤيتنا، وكانوا يبدوون بحالة رتّة. تخطّط جامعة ديوك لتقدم للطلاب تقويّات فرديّة صحيّة عمّا عليهم أكله، والزّمن الذي يحتاجون إليه في النّوم.

المستقبل

عندما تُطبّق بحوث الدّماغ المتعلقة بالذاكرة والاحتفاظ بالمعلومات في الغرف الصّفيّة، فإنّ هذا لن يدفع عملية التعلم للمضي قدماً فحسب، بل سيسمح للتربويين بتفعيل عقول طلابهم وجعلها أكثر حيوية كذلك. مع استمرار هذه البحوث، يصبح الأمر بيد الخبراء ليطوروا ويستخدموا إستراتيجيات جديدة تستند إلى البحوث القائمة على الدّماغ مع الطلاب. إنّ مواجهة هذا التحدي ستكون أمراً رائعاً ومثيراً.