الفصل الأول

الذّاكرة، والتعلم، واجتياز الاختبارات بنجاح

شهد العقدان الأخيران تطوّراً رائعاً في فهمنا لطبيعة عملية التعلم. لم يكن قبل ذلك، ربط وثيق بين علم الأعصاب والتّعليم في غرفة الصّف على الإطلاق أما الآن، وبسبب التّقدّم التّقنيّ الذي مكّننا من متابعة عمل الدّماغ في أثناء عملية التعلـم، يمكن للتربويين العثور على دراسات مثبتة في تصوير الأعصاب، ورسم خرائط الدّماغ، تمكّنهم من تحديد أكثر وسائل التّدريس فاعلية.

لدونة الدّماغ والتّقليم

التّعليـم يؤدّي إلى نموّ خلايا الدّماغ. لزمن طويل، كان لدى العلماء اعتقاد غيـر صحيح عن نموّ الدّمـاغ؛ كانوا يظنون أنه يتوقف عند الـولادة، يتبعه موت تدريجي لخلاياه طوال مدّة الحياة. أمّا الآن، فنعرف أنه على الرغم من أنّ معظمَ الخلايا العصبيّة التي تخزّن فيها المعلومات موجودةٌ عند الولادة، فإنّ هناك نموّاً يستمر مدى الحياة للخلايا الداعمة، والوصلات التي تغذي التواصل بين الخلايا العصبيّـة. هذه التّفرّعات في الخليّة العصبيّة، تنبـت من المحاور العصبيّة، أو من جسم الخليّة العصبيّة.

يزداد حجم التّفرّعات في الخليّة العصبيّة وعددها استجابة للمهارات التي نتعلمها والخبرة والمعلومات. تنمو تشعّبات جديدة بصفتها فروعاً للخلايا العصبيّة التي تنشط على نحو متكرر، ويحفز هذا النموّ بروتينات تُسمى النيروتروفينات. وأحد هذه البروتينات هو عامل نمو الأعصاب. وعلى الرّغم من أنّ قياسات الدّماغ للنيروتروفينات تكون الأعلى في مرحلة الطفولة (أي عندما تبلغ وصلات الدّماغ أعلى نسبة نموّ وتطوّر)، فإنّ نشاط هذا البروتين يرتفع في مناطق الدّماغ المسؤولة عن التعلم الجديد مع استمرار تعلّم الطالب (كانغ، وشيلتون، ويلتشر، وتشومان، Kang, Shelton, Welcher, & Schuman 1997).

عندما تتكون هذه التّفرّعات، تسمح لدونة الدّماغ لها إعادة تكوين شبكات وصلات الخليّة العصبيّة وتنظيمها، استجابة للزيادة أو النقص في استخدام هذه المسارات (غييد وآخرون، Giedd et al., 1999).

لوحظت أمثلة على لدونة الدّماغ عندما يمارس الناس بصورة متكررة أنشطة تعلميّة 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 مناطقَ حسّيّة جلديّة أكبر في الفصّ الجداريّ المتعلق بأصابع اليد اليسرى هذه.

أشار تقرير نُشِرَ في مجلة (الطّبيعة) "Nature" سنة 2004 إلى أنّ الأشخاص الذين تعلّموا ألعاب الخفة ارتفعت لديهم كمية المادّة الرّماديّة في الفصّ القذاليّ أو المؤخريّ (أماكن الذّاكرة البصريّة). وعندما توقفوا عن ممارستها، اختفت هذه المادّة الرّماديّة الجديدة. وقد حدث تغيّر تركيبيّ

مشابه عند الأشخاص الذين تعلموا لغة ثانية، ومن ثَمَّ أهملوها. يُدعى الانخفاضُ في التّفرّعات في الخليّة العصبيّة والوصلات الدّماغية الداعمة الأخرى التي لا تستخدم التّقليمَ أو التشذيبَ. إنّ عدم ممارسة اللغة الأم، أو افتقاد مهارات ألعاب الخفة، أو عدم ممارسة مادة أكاديمية تم تعلمها هو الوجه الآخر لاستجابة الدّماغ للتعلم. إنها ظاهرة (الاستعمال والإهمال). سُميِّت هذه العملية (التّقليم)؛ لأنّ المسالك والوصلات العصبيّة التي تُستخدم بانتظام يُحافَظُ عليها وتُقوّى. وفي المقابل، يتم التخلص من المسالك والوصلات الأخرى أو تقليمها.

التّقليم: كما تُقلّم الشجيرات بقطع الفروع الزّائدة التي لا تنسجم مع الفروع المجاورة، يُقلّم الدّماغ خلاياه غير المستعملة. ففي مرحلة المراهقة، يكون الدّماغ قد اختار أغلب الخلايا العصبيّة النهائية التي سيحتفظ بها طوال مرحلة البلوغ بناء على ما استُعمل أو لم يُستعمل.

تُقلّمُ الخلايا العصبيّة عند عدم استعمالها. تحتاج الخلايا النشطة إلى الدّم لجلب الغذاء والتّخلّص من الفضلات، لكن الخلايا غير النشطة لا ترسل رسائل إلى الجهاز القلبيّ الوعائيّ ليقوم بإرسال الدم (خلايا الدّماغ لا تستقبل الجريان بوساطة الدم كما هي الحال في باقي الجسم، بل بوساطة سائل لا لون له يرشح من الدم يُعْرَفُ بالسّائل الشّوكيّ الدّماغيّ). يعني هذا التدفق المنخفض للدم أنّ أيونات الكالسيوم ستتراكم حول الخليّة دون أن تُغْسَل. يحفز هذا التجمع لأيونات الكالسيوم إفراز أنزيم كالبين (calpain) الذي يدفع الخلايا الى تدمير ذاتها.

المادّة الرّماديّة

لتصوّر عملية التّقليم في إطار نموّ خلايا الدّماغ، فكّر في التّطوّر الكبير لدماغ الجنين الذي ينتج نصف مليون خلية عصبيّة في الدقيقة، عندما يصل إلى الأسبوع الرابع من عمره. خلال الأسابيع اللاحقة، تتجه هذه الخلايا نحو المكان الذي سيكوِّنُ دماغاً، وتبدأ بتكوين المحاور والتّفرّعات في

الخليّـة العصبيّة. إنّ نسبة تطوّر المشابك العصبيّة التي تظهر عند الرّوابط الموجودة بين الخليّة العصبيّة والتشعب كلّها أو المحور العصبيّ تصل إلى ذروتها لتبلغ مليونين في الثانية. في الأسابيع القليلـة الأخيرة التي تسبق الولادة، تُقلّمُ هذه الزيادة المفرطـة من الخلايا والوصلات العصبيّة. تموت الخلايا العصبيّة التي لم تكوّن روابط مع الخلايا المجاورة، في حين تبقى الخلايا التي دخلت ضمـن شبكات فقط، وتتمايز إلى دوائر ذات وظائف محددة (سويل بيترسون، ثومبسون، Sowell, Peterson, & Thompson, 2003).

بعد الولادة، تشهد المادّة الرّماديّة في الدّماغ نموّاً مفاجئاً آخر تصل فيه المادّة الرّماديّة والوصلات المتزايدة إلى ذروة كثافتها في سن الحادية عشرة تقريباً. يتبع هذا النموّ مرحلة أخرى من التّقليم (سيمـان، Seeman, 1999) عندمـا تتعطل دوائر الذّاكرة؛ بسبب عـدم الاستعمال. في حال عدم حـدوث هذه المرحلة الثانية من التّقليم، سيكون هناك كثير من الضغط على الدّماغ ليكون فاعلاً، تماماً كما يحتاج الحاسوب المليء بالبيانات إلى وقت أطول ليبدأ بالعمل، إذْ لا بد من تفعيل البيانات جميعها قبل أن يصبح بالإمكان استعماله.

كلمـا زادت طـرق تعلّمنا لأمر ما زادت مسالك الذّاكرة. تعدُّ هذه الاكتشافات فـي البحوث عن الدّمـاغ أحد أسباب الاعتقاد الحالي بـأنّ تحفيز نموّ مزيد من التّفرّعات في الخليّة العصبيّة والوصلات المتشابكة هو أحد أفضل الأشياء التي يمكن للمعلمين أن يتعلموا القيام بها من أجل أدمغة طلابهم.

عندمـا يكون الأطفال بين سـن السادسة إلى الثانية عشرة تنتج خلاياهم العصبيّـة مزيداً من الوصـلات التي تعمل بوصفها مسـارات جديدة للإشارات العصبيّـة. هـذه الكثافة في المـادّة الرّماديّـة (التّفرّعات في الخليّـة العصبيّة المتفرعة من الخلايا والرّوابط العصبيّة) تترافق بتكثف في المادّة البيضاء في الدّماغ (غُلُف النخاعين الدهنية التي تعزل المحاور العصبيّة الحاملة للمعلومات عـن الخلايا العصبيّة وتجعل نقل الإشارات العصبيّة أسرع وأكثر كفاية). وكلّما أصبـح الدّماغ أكثر فاعليّـة تُقلّم الدّوائر الأقل استعمالاً، فـي حين تزداد كثافة

الرّوابـط الأكثر استعمالاً، التي سيجعلها غلاف المايليـن المتزايد أكثر فاعلية (جيلد، Guild, 2004).

مساعدة الطلاب على تنمية مزيد من وصلات الدّماغ

فـي غرفة الصّف، كلّما زادت طرائق تقديم المـادّة المراد تعلمها للدّماغ ومراجعتها، يكوّن مزيد من المسالك المؤلفة من التّفرّعات في الخليّة العصبيّة الموصلة. كما سيكون هناك مزيد من الجسور التي تصل خلية بأخرى. وستستعمل هذه المسالك أكثر، وستصبح أقوى، وستبقى في مأمن من التّقليم.

على سبيل المثال، سيؤدي عرض المعلومات بصريّاً إلى مزيد من الرّوابط مع الفصّ القذاليّ (الفصّ الخلفيّ من الدّماغ الذي يعالج المُدخلات البصريّة). يؤدي إلى جعل الطلاب الذين يستمعون إلى المعلومات ينشؤون دائرة من التّفرّعات في الخليّة العصبيّة مع الفصوص الصّدغيّة في وقت الاستماع نفسه، أو في وقت لاحق (الفصوص الصّدغيّة تقع على جانبي الدّماغ، وتعالج المُدخلات السّمعيّة، وتـؤدي دوراً مهمّاً في تنظيم معالجة العاطفة والذّاكرة). هذه الازدواجية، تتيح فرصة أكبـر لتنبيهات مستقبليّة تحثّ الدّماغ علـى الوصول إلى هذه المعلومات المُخزّنة.

المثيـرات المتعـددة تعنـي ذاكرة أفضل. كلّما زاد عـدد مناطق الدّماغ 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 مـن مناطق التخزين المتعددة استجابة لمنبه واحـد. 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 الرّبط في الدّماغ، 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 الدّاخليّ، 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 الدّماغ، ولأنّ الإحالة إلى أكثر من مرجع تحصل بين هذه المناطق عندما نفكر في السيارات، تنبت شبكات من التّفرّعات في الخليّة العصبيّة الرابطة بين مناطق الذّاكرة 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 يفعّل 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 الأقفاص الخصبة إلى غرف الصّف والمناهج الخصبة. أظهرت البحوث المخبرية في تصوير الأعصاب كيفية تكوُّن الأدمغة النامية بسبب الخبرة، حتى قبل فهم لدونة الدّماغ فهماً تامّاً. لقد قورنت أوزان أدمغة فئران، وحجومها، رُبِّيَت

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

وأظهرت حيوانات الشمبانزي، التي عاشت في بيئات خصبة ومجتمعات مستقرة اجتماعياً، تزايداً في إنبات التّفرّعات في الخليّة العصبيّة والرّوابط الشبكية بالتناسب مع زيادة قدرتها على أداء مهمات معقدة لها علاقة بالذّاكرة، مثل معرفة الطريق في متاهة جديدة. إضافة إلى ذلك، أظهرت هذه الحيوانات تفاعلاً أكثر إيجابيّة 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 الدّماغ، وستزداد سرعة الإشارات العصبيّة وفاعليتها.

التربويون؛ معززون للذاكرة لا مجرد موزعي معلومات

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

مـع الأسف، تعدّ ذاكرة الحفظ غيباً أكثر ذاكرة مطلوبة لطلاب المدارس الابتدائيـة والثانوية. يتضمن هذا النمط من التّعليـم (الحفظ عن ظهر قلب)، ومـن ثم النسيـان السريع لحقائق ليس لها أهميـة أو قيمة لدى الطالب، كحفظ قائمـة من المفردات مثلاً. إنّ الحقائق التـي تُحفظ عن طريق الإعادة والتكرار لا يكـون لها عادة أيّ أنمـاط أو روابط واضحة. وحين لا يُقدّم للطالب السياق أو علاقـة الحقائق ببعضهـا، أو بحياته، فإنّ هذه الحقائق تُخـزّن في مناطق أبعد مـن الدّمـاغ. يصعب تحديد موقع هذه الأجزاء المنعزلـة فيما بعد؛ بسبب ندرة المسالك العصبيّة المؤدية إلى أنظمة التخزين النائية هذه.

يمكن استخـدام الإستراتيجيات القائمة على الدّمـاغ؛ للتقليل من الكمية المطلوبة مـن الحفظ غيباً، وما تبقى سيكون أقل مللاً؛ لأنّ هذه الإستراتيجيات تساعـد الطلاب علـى التوصل إلـى أنواع أكثـر فاعلية من تخزيـن المعلومات، واسترجاعها، واستخدامها.

يهـدف التّعليم المستند إلـى البحوث إلى إنشاء دروس لا تعتمد كثيراً على ذاكرة الحفظ عن ظهر قلب التي تتصف بعدم الفاعلية، وشعور الطلاب بالملل. إنّ مساعـدة الطلاب على استخدام أنـواع ذات فاعلية أكثر في تخزين الذّاكرة واسترجاعها سيغير أدمغتهم فعلاً.

تتضمن الذّاكرة العاملة، أو قصيرة المدى، القدرةَ على الاحتفاظ بالمعلومات لاستخدامها في المستقبل القريب. يُحتفظ بالمعلومات في الذّاكرة العاملة مدة عشرين دقيقة تقريباً. إنّ التحدي الذي يواجهه الطلاب يكمن في نقل المعلومات مـن الذّاكـرة العاملـة إلى الذّاكـرة طويلة المـدى. وإنْ لم يقومـوا بذلك خلال عشرين دقيقة فإنّ فقد المعلومات وارد. (فكّر في آخر مرة أعطاك فيها شخص اتجاهـات كانت بالنسبة إليـك واضحة عندما سمعتها، ثـم نسيتها ما إن بدأت

بالسير على وفق الاتجاهات). إنّ هذه المواد المتعلمة حديثاً يجب أن تدخل شبكة أسلاك الدّماغ؛ لحمايتها من الفقدان. يستطيع الطلاب الاحتفاظ بالمعلومات الحديثة من خلال تفعيل المعلومات التي تعلموها في السابق، المتعلقة بالمادّة الجديدة. توجد المعلومات السابقة في دوائر مغلقة من الرّوابط بين خلايا الدّماغ (دوائر من الخلايا العصبيّة المتصلة بوساطة المحاور الأسطوانية والتّفرّعات في الخليّة العصبيّة التي تحمل المعلومات على صورة إشارات كهروكيميائية). يستخدم التّعليم الفاعل إستراتيجيات تساعد الطلاب على تعرّف النماذج، وإنشاء الرّوابط المطلوبة؛ لمعالجة المعلومات الجديدة المخزّنة في الذّاكرة العاملة، لتنتقل إلى أماكن التخزين طويلة المدى في الدّماغ.

المادّة الرّماديّة

على الرغم من الاعتقاد السائد بأنّ نموّ خلايا الدّماغ يتوقف بعد سن العشرين، فإنّ ذلك ليس صحيحاً تماماً. حيث يمكن تكوّن خلايا رابطة جديدة ، تُعرف بالتّفرّعات، في الخليّة العصبيّة مدى الحياة. وعلى الرغم من صحة حقيقة عدم تجدد الخلايا العصبيّة التي تُخزّن فيها الذّاكرة فإنّ امتداداتها؛ أي هذه التّفرّعات في الخليّة العصبيّة، تظل تنبت، وترتبط، وتكوّن دوائر جديدة مع تشعبات عصبيّة أخرى مدى الحياة (مارتن وموريس، Martin & Morris, 2002) إنّ هذه الشبكات العصبيّة، وكما هي الحال في الدّوائر الكهربائيّة، هي الطرق التي تربط بين أجزاء مختلفة من الدّماغ. تماماً مثل حركة المرور في مدينة مزدحمة؛ كلما ازداد عدد المسارات البديلة التي تربطنا بالذّاكرة فإن المعلومات ستسير بكفاية أكبر، وستزداد سرعة استرجاع المعلومات من الذّاكرة عند الحاجة إليها.

بعد تكرار التدريب، تصبح الذّاكرة العاملة مرتبة على شكل دوائر عصبيّة دائمة مؤلفة من محاورعصبيّة وتفرعات عصبيّة معدة تُفعّل عند الحاجة إلى معلومات معينة. عندما نتذكّر معلومات معينة بصورة متكرّرة، فإنّ الدّوائر العصبيّة المتعلقة بها تتطوّر كثيراً نتيجة للتنشيط المتكرر لهذه الدّوائر. يمكن وصف عملية بناء العلاقات القائم على الرّبط المتكرر بين معلومة وأخرى بالعبارة الآتية: (الخلايا التي تتقد معاً ترتبط معاً). عندما يتزامن إذكاء خلايا عصبيّة مع إذكاء خلايا

عصبيّة أخرى، فإنّ هذه الخلايا تصبح أكثر عرضة لتكوين روابط جديدة فيما بينها. وكلما زادت قـوة الراوبط نتيجة التحفيـز المتكرر زاد احتمال قيام الخليّة العصبيّة بإثارة نشاط خلية عصبيّة أخرى مرتبطة بها. (تشوغاني، Chugani, 1998).

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

إنّ تذكّـر المرات القليلـة الأولى التي تعلمتَ فيها عمليـات جديدة متعلقة باستخدام الحاسـوب ومارستها، تشبه إنشاء موقع جديـد، 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 يأتـي يـوم تصبح فيه العملية آلية إلى درجة القيـام بها وأنت تجري محادثة ما. نتيجة للتكرار، أصبحت هذه الذّاكرة العاملة جزءاً من الذّاكرة طويلة المدى، ولكن هذه العملية تحتاج إلى تكرار دوريّ؛ كي تظل ضمن نطاق الذّكريات النشطة، وكي لا تتلاشـى تدريجيّاً نتيجة عدم الاستعمال. حتى وإن تلاشت عندما لم تستخدم جهاز الحاسوب في عطلة الصيف، فإنّ الدّوائر العصبيّة أو شبكات خلايا الدّماغ التي تكوّنت ستظل موجودة في دماغك كما لو كانت في مخزن، تماماً كآثار 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.

المادّة الرّماديّة

يوفر لنا علم تشريح الدّماغ خلفية معرفية تمكّننا من تفسير البحوث القائمة على الدّماغ، والمتعلقة بعمليتي التخزين والاسترجاع في الذّاكرة. ينقسم الدّماغ إلى مجموعة من الفصوص، لكلّ منها مهام عدة، وكلّ منها يرتبط بالفصوص الأخرى بوساطة المسالك أو الدّوائر العصبيّة. على سبيل المثال، كلّ من الفصّين: الجبهيّ والصّدغيّ يقوم بدور مهم في الانتباه التنفيذي، أي تنبيه باقي أجزاء الدّماغ كي تتنبه أو تستجيب لمؤثر ما. في سياق حديثنا عن التعلم، فإنّ هذه المؤثرات هي قطع صغيرة من المعلومات الحسّيّة التي يراها الطلاب (بوساطة أعينهم أو عبر التصور) أو السمع، أو اللمس، أو الشّمّ، أو الإحساس بها، أو اختبارها عبر الحركة.

بوساطة تصوير الأعصاب ورسم خرائط الدّماغ، كُشف عن مناطق الدّماغ الأكثر نشاطاً في اللحظات التي تُعَلَّم فيها المعلومات الجديدة وتخزَّن. في البداية، تُستقبل المُدخلات القادمة من كلّ حاسة على حدة (السمع، واللمس، والتّذوّق، والبصر، والشّمّ) وتُصنّف أو يتعرّف إليها عن طريق مقارنتها ببيانات مخزّنة سابقاً. إنّ ذلك يحدث في مناطق من القشرة الحسية الجلدية، حيث توجد واحدة منها في كلّ واحد من فصوص الدّماغ. أيضاً، يشترك في عملية التخزين في الذّاكرة كلّ من: نظام التنشيط الشبكي (الذي ينبه الدّماغ للمدخلات الحسية التي ترسلها المستقبلات الحسية عبر الحبل الشّوكيّ)، والجهاز الحوفيّ الذي يتألف من أجزاء من الفصّ الصّدغيّ، وقرن آمون (ويعرف أيضا بالحصين، والذي قد ينجم عن تلفه فقدان الذّاكرة التقدمي، أي عدم القدرة على إنشاء أكثر من ذاكرة جديدة) واللوزة، وقشرة الفصّ الجبهيّ (بليس وكولينريدج، Bliss Collinridge, 1993).

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 العصبيّة مجدّداً كلما كُرِّر الفعل، مثل أداء تجربة علمية تتبع الدّرس النظري في المختبر، أو التّمرّن على أغنية، أو عند تكرار المعلومات في المناهج الدراسية اللاحقة. فكلما كرّر الشّخص فعلاً ما، أو تذكّر معلومة معينة، نما مزيد من التّفرّعات في الخليّة العصبيّة، وربطت المعلومات الجديدة بالقديمة. وعليه، ستزداد فاعلية الدّماغ في استرجاع المعلومات، أو في تكرار ذلك الفعل.

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

ويرجع السبب في هذه القدرة إلى بناء ممرات الذّاكرة هذه وتقويتها في الدّماغ.

عند تعليم الطلاب، يلجأ عدد قليل جدّاً من التربويين إلى استخدام الحفظ عن ظهر قلب، أو استعمال التّعليمات المحدودة في أوراق العمل التي تقضي على الإبداع يوماً بعد يوم، وذلك على أمل ترسيخ المادّة في عقول طلابهم. من خلال خبرتهم، يعرف المعلمون كيف أنّ المعلومات، بهذه الطريقة، تبقى في عقول طلابهم مدة قصيرة. يستطيع كثير من المعلمين ذِكْرَ مناسبات قاموا فيها بإعطاء طلابهم قائمة كلمات للإملاء، أو ورقة عمل لمادة الرياضيات كانوا قد أخذوها من قبل، لكنّ عدداً كبيراً نسبيّاً من الطلاب لم يلاحظوا مباشرة أنّ 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 الذّاكرة العاملة المؤقتة إلى مخزن الذّاكرة. إنّ هذه الإستراتيجيّات تجعل الطلاب يهتمون بما يتعلمون. هذه الدروس تنشّط أكثر من حاسّة، وتربط المعلومات الجديدة بممرات عدّة في الدّماغ تسير نحو مناطق التخزين في الذّاكرة. إنّ التّعليم الناجح القائم على الدّماغ يبني روابط أكثر ودوائر أقوى. وعليه، سيكون لدى الطلاب طرق أكثر لنقل المعلومات الجديدة إلى مناطق التخزين في الذّاكرة، واسترجاعها عند الحاجة إليها.

المادّة الرّماديّة

لقد منحت تقنياتُ رسم خرائط الدّماغ العلماءَ قدرةً على تعقب أيّ أجزاء الدّماغ هي التي تنشط عندما يعالج الشّخص المعلومات. إنّ مستويات النّشاط في مناطق معينة من الدّماغ هي التي تحدّد أيّاً من الحقائق والأحداث سيُتَذكّر. يتيح التّصوير الوظيفي بالرّنين المغناطيسيّ (FMRI) للعلماء رؤية نشاط الدّماغ بمرور الوقت. في إحدى الدراسات التي شدَّدت على الذّكريات البصريّة، استخدم العلماء التّصوير الوظيفي بالرّنين المغناطيسيّ، وفي أثناء عملية التّصوير، جعلوا الخاضعين للدراسة يشاهدون سلسلة من الصور. وجد الباحثون أنّ مستويات النّشاط في الجزء الأيمن من قشرة مقدّم الفصّ الجبهيّ، وفي مناطق محدّدة من قرن آمون، تناسبت مع مدى قدرة الشّخص على ترميز الصور المرئية وتذكّرها. (برويـر وزاو وديزموند وجلوفر وجابريل، Brewer, Zhao, Desmond, Glover, & Grabrieli, 1998)

في حين ركزت دراسة قام بها الدكتور أنتوني واغنر (1998)، عندما كان في كلية الطّبّ بجامعة هارفرد، على الذّاكرة 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 مستوياتُ النّشاط في قشرة مقدم 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 سَتُسْتَرجع في الاختبار. إضافة إلى ذلك، اكتُشف أنه غالبا ما تمّ تذكّر الكلمات بصورة أكبر عندما شدَّد الخاضعون للدراسة على معنى الكلمات أكثر من شكلها. (واغنر وآخرون، Wagner et al., 1998).

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

بناء دوائر لذاكرة أقوى. بعض الإستراتيجيّات التي يقترحها أخصائيو الأعصاب هي جعل الطلاب يتفاعلون مع المعلومات المراد تعلمها، ومن ثمَّ يزداد نشاط مناطق الدّماغ التي تساعد على بناء الذّاكرة. في حين يشجع بعضها الآخر على ربط المعلومات بأكثر عدد ممكن من الحواس. مثلاً، يتصوّرون الإلكترون

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 الذّاكرة طويلة المدى؛ لأنّ الطلاب ربطوا المعلومات بحياتهم وتفاعلوا معها.

حفّزْ حواسهم

ربما يبدو الدّماغ حزمة متشابكة من أميال من الرّوابط بين الخلايا العصبيّة، 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 تُزوَّد بالبيانات من مراكز الدّماغ التي تجمع المعلومات من الحواس والمشاعر. وعندما يبني الطلاب الذّاكرة العاملة من خلال عدد من الأنشطة، فإنهم يثيرون مراكز حسية عدة في أدمغتهم. وتطوّر أدمغتهم مسارات عدة مؤدية إلى أماكن التخزين نفسها في الذّاكرة. 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 الذّاكرة السّمعيّة أو البصريّة أيضاً.

«أتاحت لي معلماتي الفرصة للاحتفال باكتشافاتي».

روبرت أوبنهايمر [1]

1) أستاذ الفيزياء في جامعة كاليفورنيا. يُكنّى بأب القنبلة الذرية؛ لدوره في مشروع مانهاتن في الحرب العالمية الثانية.

متحدثاً كيف أصبح عالماً في الفيزياء النووية.

المفاجأة

إنّ أدمغتنا معدة لتذكُّر أحداث جديدة غير متوقعة. وبالعودة إلى أساسيات البقاء، فإنّ النجاح يستند عادة إلى قدرتنا على معرفة السبب والتنبؤ بالنتيجة. على سبيل المثال، عندما نرى شيئا يسقط من السطح نبتعد؛ لأننا نتوقع احتمال إصابتنا بذاك الشيء السّاقط. ولأنّ أدمغتنا معدّة بحيث تتنبأ لتلك التنبؤات وتستجيب لها فإنها تُثار بصورة خاصة عندما تتنبأ بنتيجة معينة، ولكنها تفاجأ بواحدة مختلفة عن تلك التي تنبأتْ بها.

الجأ إلى عنصر المفاجأة لإثارة انتباه أدمغة الطلاب. فكّر في استخدام عنصر المفاجأة لتؤجج أدمغتهم، وتنير الممرات المؤدية إلى أماكن التخزين في الذّاكرة. إنّ 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 معلميهم، فإنهم غالبا 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 إنّ الهدف من ذلك بالنسبة إليهم هو أن يكتشفوا المعلومات، ويفسروها، ويحللوها، ويعالجوها، ويمارسوها، ويناقشوها، بحيث تنتقل من الذّاكرة العاملة لِتُعالج في مناطق الفصّ الأمامي المختص بالوظائف التّنفيذيّة.

ليس على المعلمين دائما إجراء حوار مع كلّ طالب لحضه على البقاء حاضر الذهن (في كلّ لحظة) في أثناء عرض المعلومة، مع أنّ هذا الأمر نجح تماماً مع سقراط. وتتضمن الإستراتيجيّات التي يمكنها تحقيق هذه الأهداف المناقشة الثنائية ومشاركة كلّ 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 الشّخصيّ عليها (ماذا: رأيتُ؟ سمعتُ؟ شممتُ؟ تعلمتُ؟ ما الذي فاجأني؟ ما الذي أرغبُ في معرفة مزيد عنه؟ بِمَ ذكرتني تلك المعلومات؟).

طرق جديدة لاستخدام المواد المتاحة

عندما يكون الدّرس سلبيّاً، 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 كلّ فصل. ومع ذلك، فمن غير المحتمل أن تثير الكتب المدرسية اهتمام الطلاب وحماسهم في عصر الحواسيب وألعاب الفيديو التفاعلية، من دون بعض المساعدة من معلميهم. يستطيع المعلمون اختيار بعض أسئلة النّصّ 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 الشّخصيّة. وبدلاً من إعطائهم الواجب المنزلي الجامد والممل الذي يتضمن قراءة الطالب لسؤال ما، ثم مراجعة النص أو ملحوظاتهم بحثاً عن (الإجابة الصحيحة) - يستطيع المعلمون تهيئة الفرص التي تربط هذه الأسئلة بحياة الطالب.

ولإثـارة مزيد من دوائر الذّاكـرة، يستطيع الطلاب توظيـف تلك الأسئلة الموجودة في فصل ما لإجراء مقابلة تلفازيّة مع زملائهم. حيث يستطيعون تقديم رسم مجرّد إجابةً عن سؤال يتناول مفهوماً معيناً (مثل، ما شكل الانفجار الكبير الذي أدى إلى تكوّن الأرض؟ أو: كيف هو شكل اللانهاية؟).

قد يبدو أمراً مملّاً وعديـم الجـدوى تكليف الطلاب القيـام بالتحقق من دقة ملحوظاتهم، ولكن بوجـود المعلم المناسب الذي يبدي نموذجاً جيداً وبنية تظهـر الاحترام، يمكن لهم قراءة ملحوظات زملائهم، وتقديم النصح لهم عمّا ينقصهـم. وفي الغالب، سيجدون في ملحوظـات زملائهم معلومات يرغبون في إضافتهـا إلى ملحوظاتهم. وبعد الانتهاء من هذه الأنشطة، يستطيع (الشركاء) ترشيـح أفضل الرسـوم، أو الملحوظات، أو المقابلات التـي أجراها زملاؤهم، ليتشـارك بها الطلاب كلّهم في الصّـف. وعندما يقوم المعلمون بخطوات كافية لجذب اهتمام الطلاب بوقت يكفي لانتقال المعلومات الجديدة من مجرد الوعي بها إلى أن تصبح مخزّنة في الذّاكرة العاملة، تتولى أدمغة الطلاب زمام الأمور، ومن ثمّ ستتغلغل هذه الأنماط الهادفة والرّوابط التي حفظوها عبر دوائر الدّماغ لترتبط بممرات الذّاكرة الموجودة أصلاً، وتضيف إليها أيضاً.

الذّاكرة العرضية والتعلم التجريبي

قبـل عقود عـدة، أطلـق معلـم الكيمياء فـي مدرستـي الثانويـة كبريتيد الهيدروجيـن (له رائحة البيض الفاسد) من عبوة مخبـأة فتحها مباشرة قبل دخولنا غرفة الصّف. جلسنا، وبدأ باعطاء المحاضرة. بعد دقائق عدة، انتشرت رائحـة كريهة في الصّف استحوذت على اهتمامنا. تذمرنا، ثم ضحكنا، وأخذنا نبحـث عن مصدر الإزعـاج. بالنسبة إلى مراقب من الخارج ينظر إلينا في تلك اللحظـة، ربما كنا نبدو مشتتي الانتباه وبعيدين عن جـوّ الدراسة. ولكنّ أسلوب

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

ذكريـات الأحـداث، كتلـك التي خزّنتها ذلـك اليوم في حصـة الكيمياء، ترتبـط بأحداث محـدّدة مشحونـة عاطفيّاً وحسيّـاً (مدخلات حسيـة قوية)، بسبـب الكثافة للأحداث المرتبطة بتلك الذّكريات. ولأنّ تلك الأحداث الحيوية تشـق طريقهـا بقوة في المسالـك العصبيّة الفاعلـة عاطفيّاً لتصـل إلى أماكن التخزيـن في الذّاكرة، فإنّ المعلومات الأكاديمية التـي نتعلمها، والمتعلقة بتلك المشاعر تأتي معها. وتسترجع الذّاكرة تلك المادّة الأكاديمية عندما يتبادر إلى الذهـن 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 قديمـة، ربما تذكّرت أنـك رقصت عند سماعها قبل سنـوات. على الأرجح أنك تستطيع أن تتخيل أين كنت عندما انهار مركز التجارة العالمي. عندما تفكر في ذلك الحـدث، فمن المحتمل أن تتذكّر تفاصيل أخـرى متعلقة بالبيئة المحيطة فـي تلك اللحظة. وبصورة مشابهة، فإنّ التعلـم التجريبي يثير حواس عدة لدى الطالب، مثل التجارب العملية التي لا تسمح للطلاب بالانخراط في التعلم فحسب،

بـل غالبـاً ما تُخـزَّن في الذّاكـرة طويلة المـدى تخزينـاً أكبـر. ولأنّ كلّ حاسة لها منطقة تخزين منفصلة في الدّماغ، فإن المُدخلات متعددة الحواس ينجم عنها تخزين مضاعف، ويمكن استرجاعها عن طريق مجموعة متنوعة من المثيرات. وباستخـدام إستراتيجيـات تشـرك الحواس، يصبح الطلاب هـم (المعرفة) بتفاعلهم معها. ونتيجة لذلك، فإنّ المعلومات الجديدة، والتي كان يمكن نسيانها، ترتبط بأحاسيس، أوحركات، أو مشاعر معينة، وبذلك تنتقل إلى أماكن التخزين عبـر أكثر من ممـر. وتعني وفرة هذه الممـرات قدرة أكبـر للذاكرة على حفظ المعلومات واسترجاعها.

إن إجـراءات التطبيق العملي لأنشطة التعلم أمر متعدد الحواس بطبيعته. فـي الواقـع، تحفِّز هـذه الأنشطة نظامين للذاكـرة يقعان في مناطـق منفصلة مـن الدّمـاغ، وأمكـن رؤيتهما وهمـا مرتبطان معـاً. وينجم عن هـذا الارتباط إسنـاد ترافقـي قـوي يظهر فـي الصور التـي يقدمهـا لنـا التّصويـر الطّبقيّ (أندريسـون وآخـرون، Andreason et al.,1999). إنّ هـذه الأنشطـة، التـي تُدعـى الذّاكـرة الدلاليـة، تثبّـت المعلومات الموجـودة في الدّرس على صورة حقائق ومفاهيم، مثل عملية التركيب الضوئيّ. إضافة إلى ذلك، هناك الذّاكرة العرضية، أو الذّكريات المرتبطة بالحدث، مثل المُدخلات الحسية الناتجة عن لمـس النبتة، ومشاهدتها، وقياسهـا، وتفحصها. ولأنّ التطبيق العملي يستهدف هاتيـن الذاكرتين، فإنّ هناك احتمـالاً أكبر للاحتفاظ بالمعلومات، وحاجة أقلّ إلى استخدام الذّاكرة الصّمّاء.

إنّ دور التربـوي ليس تحويل غرف الصّف إلى لعبة فيديو، ويجب ألّا يكون كذلك. إننا لا نرغب في أن يكون الحافز الأساسي للطلاب حصولهم على مكافأة بإضفاء سمات على الدّرس تجعله مسليّاً فحسب. إنّ الدّرس المثالي الذي يُخزّن في الذاكرة هو ذلك الذي حُفزّت فيه أدمغة الطلاب بوساطة مشاركتهم في أنشطة

ذات معنى لديهم، والتي تُنشّط في الوقت نفسه عدداً من الحواس والوظائف التّنفيذيّة في سعيها لفهم التّجربة التّعليمية. إنّ الهدف هو تزويد الطلاب بخبرات تمكنهم من التفاعل مع المعرفة بطريقة تثير حواسهم الطّبّيعية ومشاعرهم الإيجابيّة، أو ربط المعلومات الجديدة بخبراتهم واهتماماتهم السابقة.

يستطيع التربويون ربط المادّة المراد تعلمها بحواس الطلاب وخبراتهم، وهذا ما يعزّز بناء الذّاكرة لديهم. وتدعى عمليةُ ربط المعلومات الجديدة بخبرات وذكريات سابقة متعلقة بها الذّاكرةَ العلائقيّةَ.

الذّاكرة العلائقيّة - إضاءة الممرات

تتضمن عملية التعلم تعزيز الرّوابط بين الخلايا العصبيّة. تعمل الذّاكرة العلائقيّة عندما يتعلم الطلاب شيئاً يضيف إلى ما أتقنوه من قبل؛ أي إنهم يتفاعلون مع (خرائط) موجودة أصلاً في الدّماغ ويوسّعونها. تستخدم هذه العملية مزيداً من الفعاليات التّنفيذيّة في أثناء قيام أدمغة الطلاب بمسح بنوك الذّاكرة لديها بحثاً عن علاقات تساعدهم على وضع روابط جديدة ضمن سياقها المناسب.

المادّة الرّماديّة

إنّ أيّ معلومة جديدة أو تعلّم يجب أن يدخل الدّماغ عن طريق حاسة أو أكثر (السمع، والبصر، واللمس، والتّذوّق، والشّمّ، والحسّ العاطفيّ). أولاً، تُفكّ رموز هذه المعلومات بوساطة المستقبلات الحسية المتخصصة في الجسم. ومن هناك، تنتقل المعلومات عبر الأعصاب في الجلد أو الجسم إلى النّخاع الشّوكيّ، ومن ثَمّ إلى نظام التفعيل الشّبكيّ، لتصل إلى جزء في الدّماغ 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 التّنفيذيّة؛

لتُنشّط أيّ معلومات خُزِّنت من قبل، ولها علاقة محتملة مع المعلومات الجديدة. إذا كانت المعلومات المخزّنة سابقاً ذات علاقة بالمعلومات الجديدة، تُرسل إلى الحصين والمناطق القريبة من الفصّ الصّدغيّ، حيث تُربط بالمعلومات الجديدة لبناء الذّاكرة العلائقيّة. عندئذٍ، ينشئ الدّماغ روابط واعية بين هذه المعلومات المخزّنة والمعلومات الجديدة، يكوِّن ذاكرة متكاملة في الفصّ الجبهيّ. إنّ وظيفة الرّبط التي يقوم بها الحصين مهمة جدّاً لعملية إنشاء الذّاكرة، فإذا لحقت أضرار بالغة بالحصين، فقد يفقد المرء قدرته على تكوين أكثر من ذاكرة جديدة.

الأنماطُ ممراتٌ يمكن للذاكرة تتبّعها. كيف يمكن تطبيق الذّاكرة العلائقيّة على عملية التعلم؟ نحن نعرف أنّ الذّاكرة الصّمّاء غير فاعلة، ولكن يوجد الآن دليل واضح يحفّز الطلاب إلى إنشاء روابط ورؤية الأنماط.

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

المنظمات البيانية

تساعد المنظمات البيانية الطلاب على ملاحظة العلاقات، وترتيب المعلومات على صورة أنماط من أجل تخزينها في الذّاكرة. تعدّ هذه المنظمات من أكثر الوسائل التي تغذي التّفرّعات في الخليّة العصبيّة التي تعزز نموّ أدمغة الطلاب.

كلما أضاف التربويون مزيداً من علم التّدريس 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 الرّوابط، وملاحظة الأنماط، والوصول إلى معلومات مخزّنة ذات صلة بالمعلومات الجديدة، وتوسيع دوائر الذّاكرة الموجودة أصلاً.

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

تعزز المنظمات البيانية هذه العملية المستمرة من تكوين الأنماط؛ لأنّ المادّة تُعرض بطرق تحفّز أدمغة الطلاب إلى إنشاء روابط ذات معنى، ولها صلة بالمعلومات المخزّنة سابقاً. وتمكننا هذه المنظمات من إنشاء الرّوابط، واكتشاف الأنماط، وتخزين البيانات الجديدة على أكثر من ذاكرة علائقيّة، 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. أوّلاً، اكتب التعميم وسط صفحة المنظم البياني.
3. وحتى تدعم كل حقيقة اخترتها لذلك التعميم، أضف إليها رمزاً بصريّاً. قد يكون: رسماً أو رمزاً أو صورة.
4. استخدم ثلاثة ألوان في الأقلّ.
5. اكتب ما لا يقلّ عن أربع حقائق تدعم ادعاءك.

يمكـن أن تُقدَّم المعلومات التي تُدرّس على صورة أنماط على صورة قطع صغيرة. ولأنّ الذّاكرة العاملة لديها قدرة على التذكّر الفوريّ يقتصر على خمس إلـى تسع قطع من العناصر غيـر المترابطة، وإذا وضعت المعلومات في وحدات صغيرة،عندها يستطيع الطلاب تذكر المعلومات بنجاح أكبر. وتماماً كما تُقسّم أرقـام الهواتف وأرقام الضمان الاجتماعي إلى ثلاثة مقاطع أو أربع، فإنه يمكن تقسيـم المعلومات إلى ثلاث مجموعات أو أربـع ذات قواسم مشتركة، بدءاً من أسماء أنواع الأجناس إلى أسماء الدول والعواصم.

عندما تساعد المنظمات البيانية الطلاب على تجميع المعلومات، فإن ذلك يعزز ميل الدّماغ الطّبّيعي لإنشاء المعاني عن طريق تكوين الأنماط. تعمل أفضل المنظمـات البيانية علـى تفعيل خيال الطلاب ومشاعرهـم الإيجابيّة في عملية إبداعيـة، حيث يمكنهم تعرّف الأنماط وفرزهـا 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 الذّاكرة العلائقيّة متوافرة لديهم لاستخدامها في التفكير الناقد، وفي الوظائف التّنفيذيّة الأخرى المستخدمة في حلّ المشكلات.

تـؤدي المنظمات البيانية إلى اندماج الطالب في التعلم إندماجاً جوهريّاً؛ إذ إنها تتطلب من الطلاب تقديم تفسير للمادة المُتعلَّمة والتّفاعل معها. عندما ينشئ الطلاب تقسيماتهم الخاصة، تزداد عملية تكوين الرّوابط. وفي حال زُوّدوا بإطار لمنظماتهم، فإنّه سيكون مفيداً لهم إذا فهموا المنطق من بنية ما زُوِّدوا به.

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

المحافظة على اليقظة وتحسين قدرة الذّاكرة على الاسترجاع

يطور المعلمون قدرتهم على قراءة لغة الجسد لدى طلابهم. حيث تمكنهم هـذه المهارة من تحديد الوقـت المناسب لإراحة الدّمـاغ (قيلولة)، أو لتنشيط وسائـل التّدريس. تزداد اليقظـة وقدرة الذّاكرة على الاسترجـاع كلما زاد تنوع طرائـق تدريس المادّة نفسهـا. لذا، يجب تجنب فكـرة أنّ هناك طريقة واحدة تناسـب الجميع. إنّ تنـوّع وسائل التّعليم هي طريقة لتوجيـه التّعليم للتعامل مع أنواع مختلفة من الذكاء في كلّ مرة تُدرّس فيها المادّة. وعليه، فإنّ أفضل الكتب المدرسية هي تلك التي تقدم اقتراحات لطرائق بديلة للتدريس.

الذّاكرة الوميضية. كما هو موضح سابقاً، فإنّ الأحداثَ القويَّة أدواتٌ لبناء قـدرة استرجاعية. هذه الذّكريات الوميضية، مثل أحداث تدمير برجي التجارة العالميين، 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؟

هـذه الذّكريات الصّوريّـة الحية لدرس، تخلله مضمـون بصريّ وعاطفيّ إيجابـيّ، يمكن أن تقود الطلاب إلى عرض الدّرس في قالب تمثيليّ، أو التمثيل الإيمائي لإحدى المفردات، أو تمثيل مشهد تاريخيّ، أو القيام بأدوار تكون المحادثة فيها بلغة أجنبية. (سيستفيد الطلاب أيضا من الحركة الجسدية والتغيير اللذين تهيئهمـا هذه الأنشطة). لهذه الغايـة، أحتفظ في غرفة الصّف بصندوق يحوي

أزياء مختلفة، ولاسيّما قبعات؛ لأستخدمه في الدروس التي يمكن عرضها في قالب تمثيليّ.

لذا، يستفيد الطلاب من كونهم مشاركين شخصيّاً في موضوع المادّة عبر تقنيات، مثل التّدرّب العمليّ، والتجارب الميدانيّة، والتجريب، أو حتى حركة الجسم كلّه (الاستجابة الجسدية الكاملة) من أجل تحفيز تثبيت المعلومات الجديدة في الذّاكرة، وتحسين استرجاعها لاحقاً. وتشمل بعض الأنشطة ما يلي:

1. أشكالاً متعددة من المراجعة، مثل خرائط المفاهيم لتوفير إطار لعملية الاسترجاع.
2. التّخيّل البصريّ: تصوّر الحدث التّاريخيّ بالكلمات أو الصّور على الورق.
3. الصلة الشّخصيّة: ربط المعلومات بحياتهم. التفكير بالصلة، والكتابة عنها، والتشارك بها مع آخر.
4. صناعة منتج أو عمل نماذج.
5. القيام بدور، أو التمثيل الإيمائيّ.

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 العصبيّة الجديدة؛ لتتأجّج أكثر من مرة. وكلما زاد تأجّجها أصبح الوصول إلى المعلومات واسترجاعها لاحقاً أكثر سهولة.

إنّ أفضل أنواع التعلم يحدث عندما يُعطى الطلاب الفرصة لتطوير قدراتهم على التفكير والتفسير، والانخراط في موضوع المادّة. ولذلك، حريّ بالتربويين أن يصبحوا ليس موجهين للمادة التي يدرسونها فقط، بل لعملية توجيه الذّاكرة والاحتفاظ بالمعلومات. إن البحوث القائمة على الدّماغ قدمت

لنـا إستراتيجيات لتحسين قدرة الطلاب علـى استقبال المعلومات، وترميزها، وتخزينها، واسترجاعها. ولكنّ هناك جانباً عاطفيّاً لا بد من أخذه في الحسبان أيضاً. والإستراتيجيّات الآتية تسعى جاهدة لما يلي:

- خفض توتر الطلاب وقلقهم.
- قطع الدّرس بين فينة وأخرى لجذب انتباه الطلاب.
- تحسيـن ذاكرة الطالـب وقدرته على الاحتفـاظ بالمعلومة عبر إنشاء صلـة مع المادّة التي تعلمها سابقاً، والخبـرات الشّخصيّة، والمشاعر الإيجابيّة.
- إثراء الدروس بمدخلات حواس متعددة.
- التوصل إلى الإستراتيجيّـات المتعلقة بالذكاءات المتعددة والمرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالمادّة.

دروس تأسر الطلاب

فـي وقت متأخـر من صباح أحد أيـام تشرين الأول، دخـل طلاب الصّف السادس غرفة صف المعلمة باترسن. كانت الغرفة معتمة؛ مضاءة بشمعة واحدة فقط. أُزيحت المقاعد إلى جوانب الغرفة، وفُرشت الأرض ببعض البطانيات. كان (كرسـي المخرج) يواجه غرفة الصّف. فرح الطلاب بهذا الترتيب الذي خفّف مـن أيّ مخاوف تتعلق بالعرض الشفوي القـادم وموضوعه القصصي المخيف، وبسبب هذه المفاجأة الجديدة، كانوا منتبهين على نحو لم يحدث من قبل.

التّجديـد؛ أحد الأسباب التي تجعل اليـوم الأول في المدرسة مثيراً لأغلب الطـلاب. قد تكـون المعلمة جديدة، أو الزمـلاء جدداً، أو السبـورة جديدة، أو الكتـاب المدرسي جديـداً، أو أنّ المشهـد الذي تطلّ عليه نافـذة 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 الدّرس، وسيرغبون في تعلّم المعلومات بطريقة هادفة.

يبحث الدّماغ عن مغزى للمعلومات؛ كي يرمِّزها بنجاح. يجب جذب انتباه الطلاب قبل القيام بملاحظة المعلومات الجديدة، وترميزها، وترتيبها ضمن أنماط. إنّ الدّرس الذي يتسم بالجدة، والفكاهة، والمفاجأة ينشِّط انتباههم. ينجم عن اللجوء إلى هذه الإستراتيجيّات ترميز أكثر نجاحاً للبيانات في دوائر الذّاكرة (كوتستال وآخرون، Koutstaal et al., 1997).

يمكن أن تشمل هذه الإستراتيجيّات 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 كلّ 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 الصّف.

ليس بالضرورة أن تحوي الدروس جميعها مفاجآت لتكون محفّزة. إذ يستطيع المعلمون جذب انتباه طلابهم بالدروس التي تضع الطالب في بؤرة اهتمامها، وذلك بالتّخطيط لوسائل تربط الذّاكرة بالمادّة المراد تعليمها. إنّ استخدام شيء بسيط كالمرآة من شأنه أن يجعل النّشاط التّعليمي ذا علاقة بشخص الطّالب- كلّف 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 الصّفوف

ذات الأعـداد الكبيرة، فإن اعتمادَ إستراتيجيـات تربط الطلاب أفراداً بالمادّة بصورة شخصية أمرٌ مهمٌّ؛ للمحافظة على جذب انتباههم وتيقظ أدمغتهم.

المعنى الشّخصي

كمـا ذُكِرَ سابقاً، يجـب أن يهتم الطالب بالمعلومـة الجديدة؛ من أجل أن تصـل إلى الجهاز الحوفيّ بكفاية، ولإنشاء تشابـكات عصبيّة جديدة تخزّن في الذّاكـرة طويلة المدى. وبتعبير آخـر، فإنّ الذّكريات التي لها معنى شخصيّ في الأغلب ستخزّن في الذّاكرة التّرابطيّة، ثُمَّ في الذّاكرة طويلة المدى كي تُسْترجع لاحقـاً. إنّ التعلم المتمركز على الطالب، يمكـن أن يؤدي إلى التّفوّق؛ لأن للتعلم معنى شخصيّاً يمكن للطلاب رؤيته، ولديه القدرة على زيادة نجاحهم ومهاراتهم في تحقيق أمر يهمهم.

أدوات للربط. يمكن للتعلم، بل ينبغي، أن يكون ممتعاً عندما يربط الطلاب المعلومـات الجديدة بخبراتهـم السابقة. إنّه يجعل التعلـم ذا علاقة بشخصية الطالب، ويزيد فرص تخزين المعلومات في الذّاكرة العلائقيّة. وفي حال لم يكن لـدى الطلاب أيّ ارتباط سابق بالمعلومـات الجديدة، يمكن للمعلمين البدء بها مدعمة بمنظم تمهيديّ، 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 ومهنهم المستقبلية.

تنشأ هذه الدّوائر العصبيّة الإيجابيّة نفسها عندما يترافق الدّرس بتجربة إيجابيّـة. يمكن أن تكـون هذه التّجربـة الإيجابيّـة نتيجة الإحساس بالإنجاز، وبتفاعـلات اجتماعيـة ممتعة مع المعلميـن والزملاء، أو الشكـر أو الثناء. هذا الرّبـط 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 لنموّ الطلاب العاطفيّ.

أحد الأمثلة على هذا هو مساعدة الطلاب على الوصول إلى الاهتمام والمتعة والراحة عبر تقديم المادّة مصحوبة بأمر محبب لديهم . فقد يكون الأمر المحبب بدء الدّرس في الملعب، أو بمكافأة صغيرة كالذّرة المحمّصة (الفشار). مثلاً، يمكن تقديم كتاب أدبي جديد يجعلهم يقرؤون الصّفحات القليلة الأولى من الكتاب بأسلوب «الفشار» أو «المقاطعة في أي وقت» (هذا الأسلوب يعني أنهم يتناوبون القراءة بصوت عال، وبدلاً من التوقف عند نهاية الصّفحة أوالفقرة، يقف القارئ في أي مكان، حتى لو في وسط جملة. هذه التقنية في القراءة تساعدهم 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، بربط الدّرس بذكرى إيجابيّة، سترتبط بها الذّاكرة الأكاديمية فيما بعد.

بناء الذّاكرة العلائقيّة عبر المناهج. يتضمن تعلّم المادّة عبر المناهج الدراسية أنشطة تزيد الرّوابط بين مناطق مختلفة من الدّماغ، حيث تُخزّن المعلومات. عندما يبحث الطلاب الموضوعات بمهارة إبداعية، وبطرق موضوعية متعددة التخصصات فإنهم يتعلمون أنماطاً ومهارات لا حقائق فقط. وعندما تترابط الموضوعات يسهل تذكّرها، وتصبح الحاجة إلى الحفظ عن ظهر قلب أقلّ؛ لأنّ مستويات أعلى من التفكير حُفِّزت، ولأنّ عدد الممرات التي يمكن للمعلومات الانتقال من خلالها، من الذّاكرة طويلة المدى وإليها، قد تزايد.

التصور؛ عملية أخرى تمكن الطلاب من ربط المادّة بحياتهم الشّخصيّة. بعد أن يقدم المعلم لهم نموذجاً يصف فيه تصوره الشّخصيّ لأمر ما، وذلك مثل مـا يتصوره المعلم عند التفكير بمنظر شـروق الشمس وقت الاعتدال الخريفي في القطـب الشّماليّ (إلى أي الاتجاهات ينظر وفي أي وقت من النهار)، يطلب إليهـم تصوّر العلم الذي يدرسونه. مثلاً، يتصـورون الانفجار الكبير الذي ربما يكون قد وقع عند نشأة الكون.

بعـد 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. وتماماً كما يتصوّر الرياضيون أيّ حركة قبل تنفيذها، فإنهم يُحثّون على تصوّر العمليات البيولوجيّة أو الأحداث التّاريخيّة في الوقت نفسه الذي تُشرح فيه في الصّف. عندما يرسمون الرسوم البيانيّة، أو ينشئون النماذج، أو يشركون حواس البصر، والسمع، واللمس لديهم، أو الحركة فـي أثناء التعلم، فإنهـم ينشئون روابط بين المعلومـات الجديدة والأشياء التي يعرفونهـا من قبل. إنهم بذلك يشركون ممـرات عدة في الدّماغ، ويزيدون قدرة الذّاكرة على التخزين والاسترجاع الفاعل.

كلما كانت الصورة المتخيلة أكثر غرابة، زادت القدرة على تذكّرها. ويصبح النّموذج هنـا مهمّاً تبعاً للطريقة التي يستخدمهـا المعلم كي يظهر لهم تصوّره لمشنقـة عالية توضع بزاوية قائمة، ويتدلى منها وعـاء معقود بها، كي يتذكّروا الوتر في المثلث قائم الزاوية، ومحاولة ربط الكلمات والألفاظ في كلّ من المثال المستخدم والمادّة المراد تعلّمها. يمكن أن تتضمن عملية التصور هذه شيئاً من الفكاهـة، والإبداع، والمتعـة، والاكتفاء الذّاتيّ. يهيئ ذلك كلّـه الجهاز الحوفيّ ليضيـف قوة عند نقل الصـورة والمفهوم المتعلق بها إلى الذّاكرة طويلة المدى.

وإضافة إلى الصّور الذّهنيّة، يمكن إشراك النّشاط الحركيّ؛ وبذلك يكون الطالب قد نشّط دائرتين مختلفتين من دوائر الذّاكرة.

عندمـا كنت أشرح المصطلحات غير المألوفة، استعملت الصّور الذّهنيّة يرافقها رسم على السبورة. ولكنّ اثنين من هذه المصطلحات كانا دائما يثيران الضحك، وهما اللذان تم تذكّرهما جيداً، إلى درجة أن الطلاب الجدد كانوا يتساءلون عندمـا يحضرون حصتي متى سيتعلمون عن المضلعات والمعين. وكان الطلاب السابقون يسألون عن السبب وراء عدم نسيانهم لهذين المصطلحين. لشرح درس المضلعات المفتوحة والمغلقة، أرسمُ مضلعاً مغلقاً (polygon؛ بوليغون) وأرسم بداخله عصفوراً (أسميه بولي؛ Polly) ثم أفتح المضلع بمسح أحد أضلاعه، ومن ثَـمَّ 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 بعـد سمـاع الهمهمات والضحكات كنـت أجعلهم يقفون على شكل مستطيـل، ويتخيلون الحافلـة وهي تصطدم بهم، ومن ثم يميلـون قليلاً ليكوّنوا هيكلاً بشريّاً على شكل معين.

إذا لم يكن لدي ما يكفي من الوقت لتعليم الطلاب المفردات الجديدة فإنّني أمثّلها إيمائيّاً بنفسي، وأجعلهم يختارون من قائمة الكلمات المكتوبة على السبورة تلـك التي تنطبق علـى تمثيلي. في مرات أخرى، أطلب إليهـم إعطائي استجابة جسديّة تذكّرهم بالكلمة. لدي صورة رائعة التُقطت عندما طلبت إلى الجميع أن يظهروا لي تعبير مفهوم (العجرفة) بعد أن أخبرتهم أنّ من قام به قد يكون ملكاً فظّاً، أو ملكة فظّة، قدّم له الشاي في كأس متسخة بوساطة خادم غير نظيف.

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

مثلاً، يمكن ربط الأحداث التّاريخيّة بالخبرات الشّخصيّة للطالب من خلال تحويلها إلى مآزق أخلاقيّة يواجهها الطلاب اليوم. يمكن أن يعيشوا المأزق الذي واجهه غير اليهود في أثناء محرقة الهولوكوست عندما جازفوا بأنفسهم هم وأسرهم بتخبئة اليهود من النازيين. يمكن أن يتبع الدّرس المتعلق بهذا الحدث سؤال يتعلق بمآزق أخلاقيّة قد تحدث اليوم: ماذا لو كان جارك يؤذي كلبه ورأيته يفعل ذلك مراراً وتكراراً؟ ماذا لو رآك 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 شخصيّ بحياتهم وبذاكرتهم العلائقيّة.

تحفيز الجهاز الحوفيّ تحفيزاً مناسباً، لا أقل ولا أكثر

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

القادمة من المستقبلات الحسّيّة في الدّماغ لا تتمكن من عبور اللوزة لتصل إلى دوائر الذّاكرة.

لقد وجدت دراسات جرت حديثاً أنه يمكن إثارة اللوزة، ولكن لدرجة نشاط أيضيّ أقلّ، وذلك عندما يعيش الطلاب حالة توتّر إيجابيّة تتخللها مشاعر الرّضا، والفرح، واللعب، والراحة، وكمّاً من التّحدي المحفّز.

خلال حالة التوتر هذه، أظهر تصوير الأعصاب نشاطاً أيضيّاً منخفضاً عند إثارتها. وأظهر الطلاب الذين اختُبروا تحت هذه الظروف قدرة أكبر للذاكرة العاملة، وطلاقة لغوية أفضل، وذاكرة عرضية أفضل لتذكُّر الأحداث، وتفكيراً أكثر مرونة ولّد أفكاراً أكثر إبداعاً لحلّ المشكلات. زد على هذا أنهم أظهروا سلوكات اجتماعيّة أكثر إيجابيّة، ومن هذه السلوكات المبادرةُ الاجتماعيّة، والتركيزُ، والصبرُ، وغيرها من الوظائف التّنفيذيّة، ومهارات اتخاذ القرار.

في حين كشفت بحوث لاحقة أنه في حال قُدِّمت مثيرات ممتعة ومريحة وتعزيزية فإنه يمكن تهيئة اللوزة أو تحفيزها باعتدال لتصل إلى درجة التّنبّه اللازمة لتسهيل المعالجة الفاعلة للمعلومات والنقل العصبيّ لها. يتمثّل هذا في التصور الذي قدمه لنا تصوير الأعصاب فيما عرف بـ (الفلتر المؤثّر)؛ حالة من التوتر لدى الطلاب، تجعلهم لا يستجيبون لمعالجة المعلومات الجديدة ولا تعلّمها، ولا تخزينها. هذا، يمثّل دليلاً ماديّاً موضوعيّاً يثبت أنه عند التعرض لتوتّر شديد فإنّ أيّ شيء جديد نتعلمه لا يصل إلى مراكز معالجة المعلومات في الدّماغ.

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

الطلاب بلغة لا يفهمونها دون استخدام الاستجابة الجسدية الكاملة (بكلّ ما فيها من حركة، وإشارة، وتمثيل إيمائيّ، 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 حسابيّة، يكون أمراً مثيراً للتوتر الاستماعُ لمعلميهم في الشرح في حين هم لا يفهمون تلك الجزئيّة. ولكن، إذا طُمئنوا أنّ الإجابة عن سؤالهم قريبة جدّاً فستقلّ درجة توترهم). عموماً، أشدّ أنواع التوتر هو العجز المرتبط باليأس.

المادّة الرّماديّة

أظهر المسح بوساطة التّصوير بالبوزوترونات النافذة، كيفية انتقال المعلومات من المستقبلات الحسية في الدّماغ من خلال اللوزة لتصل إلى الحصين، حيث يمكن إرسالها إلى مناطق الوظائف التّنفيذيّة والذّاكرة طويلة المدى في الفصّ الجبهيّ. هذه الصور، أظهرت أنه عند ازدياد النّشاط الأيضيّ في اللوزة بسبب الإفراط في تحفيزها نتيجة التوتر، تُغْلَقُ الممرات المؤدية إلى أماكن التخزين في الذّاكرة. وعندما يحدث هذا الإغلاق، تُظْهِر صور المسح نقصاً في النّشاط الأيضيّ في مراكز التفكير وفي الذّاكرة طويلة المدى. وبعبارة أخرى، عندما يحدث إفراط في تحفيز الجهاز الحوفيّ، ولا سيّما اللوزة، نتيجة التوتر العالي، يزداد النّشاط الأيضيّ العصبيّ فيها بطريقة تمنع المعلومات الجديدة من العبور إلى مناطق التخزين والتفكير في الدّماغ.

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 حقيقيّ، ومشاركة في الدّرس، بحيث تصل فيه اللوزة إلى المستوى المثالي من التحفيز لزيادة سرعة تدفق المعلومات وكفايتها من خلالها نحو مناطق التخزين في الدّماغ. 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 الذّاكرة من خلال الأسئلة التي يبادرون بطرحها، فإنهم يعملون على تفعيل درجة أعلى من الوظائف التّنفيذيّة 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 الشّخصيّة التي يقدمها الطلاب، وبالمغزى الذي حاول المعلم إرشاد طلابه إليه. لدى هذه الذّكريات فرصة أكبر لأن يُحتفظ بها لدى أماكن تخزين (بنوك) الذّاكرة طويلة المدى.

قيلولة المشابك العصبيّة

يحتاج كلّ دماغ إلى استراحات دورية، يُرْفدُ خلالها النواقل العصبيّة، ومعالجة الوظائف التّنفيذيّة للمادة الجديدة. إنّ استخدامَ مصطلح (قيلولة المشابك العصبيّة) (syn-naps)، الذي له لفظ كلمة المشبك العصبيّ نفسه (syn-apse) مثالٌ آخر للتلاعب بالكلمات، من شأنه المساهمة في بناء الذّاكرة. المشبك العصبيّ هو الفجوة بين النهايات العصبيّة، حيث تنقل النواقل العصبيّة، مثل الدوبامين، المعلومات عبر الفراغ الذي يفصل امتدادات المحاور العصبيّة عن التّفرّعات في الخليّة العصبيّة المؤدية إلى خلية عصبيّة أخرى في المسلك. إنّ هذا التلاعب في مصطلح (syn-naps) يساعد المعلمين على تذكّر أنّ الدّماغ لا بدّ من أن يرتاح بعد الإطلاق المتكرر للنواقل العصبيّة من النهايات العصبيّة، لكي يُرمّم الناقل العصبيّ من أجل أن يكون متوافراً عندما تصل رسالة جديدة عبر دوائر الذّاكرة. أوقات الرّاحة هذه هي استراحات، لها القدر نفسه من الأهمية

التـي للعناصر الأخرى التي تساعد الذّاكرة على الاحتفاظ بالمعلومات، كعنصر المفاجـأة، والحالة التوتريّة الإيجابيّة، والمُدخـلات الحسيّة، وغيرها من أنواع الذاكـرة التّرابطيّة. هذه (القيلولة) لا تمنع إنهـاك دوائر الذّاكرة، ولا تشوشها في أثناء أقصى ظروف التخزين فحسب، بل تُسهم أيضاً في الحفاظ على حالة توتّر إيجابيّة.

إذا كان الدّرس يحتـوي مادة معقـدة، ولا سيّمـا إذا كان يُقـدّم بأسلوب محاضرة، فإنّ هذه القيلولة يمكن أن تصبح ضرورية بعد مدّة قصيرة لا تتعدى خمس عشرة دقيقة. عندما يدخل الطلاب حالة من استنزاف النواقل العصبيّة عنـد 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 بغلق الطريق أمام إدخال المعلومات الجديدة، فإنّ كفاية الذّاكرة ستنخفض سريعاً. وفي حالة الإرهاق هذه، لا يمكن تخزين المعلومات الجديدة بكفاية مناسبة.

المادّة الرّماديّة

إن قيلولـة الأعصـاب ضرورية أيضا لتجديـد النواقل العصبيّة. النواقـل العصبيّة، مثل الحموض الأمينية؛ السيروتنين، والتربتوفان، والدوبامين، تنقل المعلومات عبر المشابك العصبيّة (فجوات مجهرية بين الخلايا العصبيّة، حيث لا يمكن للمعلومات الانتقال على صورة نبضات كهربائية كما هي الحال عند انتقالها في العصب، لا بدّ من أن تنتقل المعلومات عبر المشابك العصبيّة المرتبطة بالناقل العصبيّ الكيميائي؛ تماماً كالمسافر الذي يعبر النهر على مَتْنِ قارب).

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

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

يُعاد بناء النواقل العصبيّة المُسْتَنْزَفة خلال دقائق إذا أُعطيت راحة قبل الانهيار التام، ولكن إعادة البناء ستتطلب وقتاً أطول إذا استُنزفت كثيراً. لذا، من الأفضل منع هذا الاستنزاف، بأن يخطّط المعلمون لاستراحات للدّماغ قبل أن يظهر على الطلاب مؤشرات تدلّ على التشتت أو عدم القدرة على الاستيعاب. وإذا استُبقتْ أوقات الاستنزاف والإرهاق، وأُعطي الطلاب وقتاً للراحة قبل أن يصلوا إلى هذه المرحلة، فإنّ الموضوع الذي يتعلمونه لن يرتبط لديهم، أو يتعزز سلبيّاً؛ نتيجة شعورهم بالملل كلما درسوه مجدّداً.

خلال هذه الاستراحات، تصبح لدى المادّة الجديدة التي يتعلمونها الفرصة لتنتقل من الذّاكرة العاملة، أو الذّاكرة قصيرة المدى، إلى الذّاكرة العلائقيّة (على الرّغم 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 الإستراتيجيّات التي أثبتت جدواها في تقوية الذّاكرة العاملة لتتحول إلى ذاكرة علائقيّة، 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 الدّرس. يُقال إنّنا نصنّف المعلومات تبعاً لأوجه التشابه، ونسترجعها من الذاكرة

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

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

إنّ المقارنات، ومع أنها لم تعد جزءاً من اختبار القبول الموحد في الجامعات الأميركيـة، فإنها تبقى وسائل فاعلـة ليضع الطلاب تصوراتهم، ومن ثمَّ حدوث التفاعل مع التّعليم والارتباط به بمقارنة أوجه التشابه والاختلاف بين جزءين من المعلومات. بعد القيلولة، يستطيع الطلاب أن يبتكروا تشبيهاً أو استعارة تساعدهم على تلخيص المادّة الجديدة. على سبيل المثال، في اللغة، يعطي استخدام ظرفي المـكان أو الزمان معنى أكثر للأفعال مثلما تعطـي المعاملة اللطيفة معنى أكثر للصداقـة. إنّ عملية عقد المقارنات هـذه تعدّ طريقة لتنظيم دوائر الذّاكرة، أو لاستحضار المعلومات المخزّنة المشابهة لترتبط مع المعلومات الجديدة.

يستطيع الطلاب الاستفـادة من حالة اليقظة ليعقدوا مقارنات عن طريق الأسئلة الآتية: ما أوجه الشبه بين الثورة الأمريكية وضربة كرة البيسبول؟ كيف تشبـه يد الإنسان أجنحة الخفاش؟ كيف يشبـه الأطفالُ الشتلاتِ الجديدةَ التي غرسناهـا؟ كيـف يشبه تطوّر الطفرات فـي الكائنات الحيـة البرنامج التلفازيّ سيرفايفور: (Survivor)[2].

يمكـن أن يحدث ارتباط أكبر بالكتـب، أو التقارير التّاريخيّة، أو المقالات التجريبية عندما يعقد الطـلاب 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، والتّرجمة الحرفيّة له هي الناجي؟

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

تقوي الذّاكرة بالنظرة المعمقة، ذلك أنه عندما يستوعب الطلاب المفاهيم جيداً، يصبح من الأسهل عليهم بكثير تذكّر الحقائق المتعلقة بها. تحدث تقوية الذّاكرة عندما يستخدم الطلاب المقارنات، والاستعارات، والقصص الشّخصيّة لربط المعلومات الجديدة بمخطوطاتهم الرّسوميّة الداخلية، ألا وهي شبكات التّفرّعات في الخليّة العصبيّة لديهم.

التّكرار والتقوية

تحافظ آليات عدة على المعلومات المخزّنة، ومن هذه الآليات التّذكّر، والألفة، والمراجعة. ومع تذكُّر المعلومة تذكراً صحيحاً، واستخدامها في الوظائف التّنفيذيّة تبقى هناك حاجة إلى مراجعتها مراجعة منظمة، ولكن على مدد زمنية تطول تدريجيّاً. هذا التكرار، وبعد أول استجابة صحيحة، ينجم عنه تعزيز للوصلات العصبيّة عبر المحاور العصبيّة، والتّفرّعات في الخليّة العصبيّة، والمشابك العصبيّة. وكلما زاد تنشيط الوصلات العصبيّة بوساطة التحفيز الناتج من الممارسة، نمت التّفرّعات في الخليّة العصبيّة لتقوي الاتصال بين الخلايا العصبيّة.

المادّة الرّماديّة

عند تعلّم أداء حركات معينة (في هذه الحالة تعلّم العزف على البيانو)، كشفت الدراسات التي تمت بوساطة التّصوير الوظيفي بالرّنين المغناطيسيّ أنه خلال المراحل التّعليميّة الأولى يُنشّط جزء كبير من مناطق السيطرة الحركية في الدّماغ. ومع تزايد الخبرة، وتطوّر المهارة، تقلّ المناطق الدّماغيّة التي تُنشّط عند عزف البيانو. تشارك مناطق ضئيلة جدّاً من القشرة الحركية فقط عند العازفين المحترفين في أثناء عزفهم. إنّ الاستنتاج الذي تم التّوصّل إليه يشير إلى أنه عندما أصبحت ممارسة الشبكات العصبيّة أكثر كفاية احتاج الدّماغ إلى عمليات أيض أقلّ للقيام

بالعمليـة نفسهـا. والنتيجة هي أنّ هنـاك تحريراً لطاقة الدّماغ، ومناطق فيـه، لتستخدم في أمور أخرى. (جانك، Jancke, 2000).

عندما يلحظ الدّماغ المعلومات عن طريق تكرارها بطرق عدة، فإنّ هناك عملية مراجعة تجعل ترميز المعلومات أكثر كفاية. ولهذا، فإنّ استخدام الكلمة في جملة، والاستماع إلى الزملاء وهم يقرؤون جملهم، ثم اتباع تعليمات لاستخدام الكلمـة في المحادثـة خلال اليوم، سيـؤدي إلى تخزينٍ واسترجـاعٍ أكثر نجاحاً للمعلومـات في الذّاكرة طويلـة المدى من مجرد حفظ معنـى الكلمة (كوتستال وآخرون، Koutstaal et al., 1997).

ينجم عن هـذا التكرار المتنوع للمعلومات دمـجُ المعلومات الذي يتضمن استخدام الإستراتيجيات الأكثر كفاية لاكتساب المعلومات أولاً، ومن ثمّ ممارستها والتّدرّب عليها. إنّ أكثر المعلومات التي سنتذكّرها هي تلك التي تعلمناها بطرائق عرض متفاوتة ومتعددة، وتبعها استخدام حقيقيّ للمعرفة عبر معالجتها في مراكز الوظائـف التّنفيذيّة. يمكن التّوصّل إلى معالجـة المعلومات الجديدة في مراكز الوظائـف التّنفيذيّة من خلال الأسئلة المتمركـزة على الطالب، أو الأسئلة ذات الإجابات المتعددة (المفتوحة)، أو من خلال حلّ المشكلات، أو ربط المعلومات الجديدة بمواقف حقيقية من الحياة اليوميّة للطالب.

ستحول هـذه الخطوات البيانـات الحسية التي أُشبعت عنـد الطلاب إلى معـارف يمتلكونها. إن طرق عرض المعلومات المتعـددة والمتفاوتة، والمعالجة الإدراكية العالية ستؤديان إلى إنتاج ممرات أكثر للوصول إلى المعلومات، وذلك يعني ممرات أكثر لاسترجاعها بعد تخزينها في مراكز الذّاكرة طويلة المدى.

إستراتيجيات لدعم المادّة التي عُلِّمت في الذّاكرة طويلة المدى

- قدّم المعلومات عندما يكون الطلاب متفاعلين وشديدي الانتباه.

- مارس الدّقّة، والملاحظة المحددة حتى يتعلم الطلاب المعلومات ضمن سياق ذي مغزى. وشجعهم على تكرار المعلومات التي تريد أن يتذكّروها، مراراً وتكراراً حتى في الحوار مثل: أليس من القبح وجود هذا الكمّ 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 علائقيّة، ترتبط بدوائر الذّاكرة الموجودة أصلاً؛ من أجل زيادة القدرة على الاسترجاع من مخزن الذّاكرة.
- ابتكر دوافع شخصية ذات علاقة بالطالب للتّعلّم. مثلاً، إذا كانت هناك مادة رياضيات أو مادة علمية لا بدّ للطلاب من إتقانها على وفق معايير المنهاج، فإنه يمكن إعطاؤهم دافعاً للتّعلّم، بل وحتى حفظ الأساسيات غيباً؛ الجبر، والجغرافيا الهيكلية، وأسس الكيمياء، وعلم الأحياء، والديناميكا الهوائية، وميكانيكا الموج، للوصول إلى هدفهم؛ وهو بناء نموذج لسيارة برمائيّة.
- استخدم وسائل الملاحظة الفاعلة (عند العرض المبدئي، كرّر فرص الملاحظة مجدّداً، مع استمرار تنفيذ الدّرس) لعمل روابط شخصيّة، واكتشافات عن المادّة؛ لتعلمها بصورة أفضل.
- اطلب إليهم توظيف المعلومات المكتسبة للإجابة عن أسئلة ترتبط بحياتهم الشّخصيّة، وتثير التفكير الناقد لديهم، أو لإصدار الأحكام عن طريق تلك المعرفة الجديدة.
- اطرح مشكلات عمليّة واقعيّة أمامهم ليقوموا بحلّها بالمعلومات الجديدة.
- اسألهم عن كيفية توظيف المعلومات الجديدة خارج المدرسة. وكيف يمكن أن تكون هذه المعلومات ذات أهميّة بالنسبة إلى وظائفهم المستقبليّة؟ وكيف يمكن أن تكون ذات قيمة لوظائف ذويهم أيضاً؟

وكما يولّد الاهتمام الشّخصيّ بالتعلم والأنشطة الجديدة اهتماماً بالصورة الكلّيّة للموضوع الجديد، فإنّ تلك التقنيات نافعة لتبلغ التجارب التّعليميّة ذروتها. مثلاً، بعد أن درسنا الحياة اليوميّة للمستعمرين الأمريكيين الأوائل، طبّقنا (يوم المستعمرة)، وتمكن الطلاب من ارتداء ملابس المستعمرين الأمريكيين، وتحضير أطعمة كانت موجودة أيام هجرة المستوطنين إلى أمريكا، وكذلك تعلّم لعبة كانت تُمارس كثيراً في تلك الحقبة، والقيام بدور شخصيّة مشهورة من زمن الاستعمار، أو عرض حرفة أو مهنة سائدة آنذاك. كان باستطاعتهم اختيار طبيعة مشاركتهم في ذلك النّشاط، واستعمال الوظائف التّنفيذيّة والمعلومات الجديدة التي اكتسبوها عن حياة المستوطنين لتقويم أفضل الطرق لتنفيذه، والتّخطيط له، وتحديد أولوياتهم ضمن جدول زمنيّ من أجل التّحضير له. وكان يجب أن تكون لديهم معرفة جيدة عن هذا الموضوع؛ ليستطيعوا الإجابة عن تساؤلات أقرانهم الصعبة عن الشّخص الذي يؤدّون دوره، أو عن طعام أو نشاط معين في مجتمع المستعمرين آنذاك.

ذروة الأنشطة وتعزيز الذّاكرة

- يقدم الطلاب ملحوظات مستمرة، ويراجعون فرضياتهم مع التّنقيح المستمر لها. (كانت أسس تدريبي العمليّ وممارستي لمهنة الطّبّ ملاحظة المرضى ملاحظة دقيقة، وافتراض قائمة أوليّة من التّشخيصات الممكنة. ثمَّ أبحث وأدرس وأجمع البيانات لأنقّح التّشخيص الذي قمت به. عندما يستخدم الطلاب محركات البحث الموجودة على الشبكة العالمية (الإنترنت)، مثل جوجل، فإنهم يقومون فعلاً بالمراجعة والتنقيح؛ إذ يتخيّرون كلماتهم التي يستخدمونها في البحث ويصقلونها لاختيار المعلومات المحدّدة التي يحتاجون إليها من بين آلاف المراجع الأولية).

- توجيههم إلى عقد مقارنة بين أعمالهم وأعمال الخبراء في المجال نفسه.
- تشجيعهم على التّحقّق من الوقائع والتفاصيل، وتحليل آرائهم واستنتاجاتهم.
- استخدام الطلاب المنظمات البيانية والأنشطة، مثل إستراتيجيّة الجداول الذاتيــة التي يسجلون فيها ما يعرفونه، وما يرغبــون في معرفته، وما الذي تعلمــوه. عندما يربط الطّالب المعلومات الجديــدة بالمعرفة المخزّنة لديه مسبقاً باستخــدام إستراتيجيّة الجداول الذاتيــة السابقة الذكر، فسرعان مــا يألف المادّة، ومن ثــمَّ يتحسن تذكّره 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 بدّ من أن تكون نابعة من اهتمامات الطلاب الشّخصيّة في المادّة المراد تعلّمها. بعد البدء بعرض أولي شامل للمعلومات التي تنسجم مع اهتماماتهم، سيطرحون أسئلــة للحصول على مزيد من المعلومات، ولتصبح أحكامهم منطقيّة على الأشياء التي يسمعونها، أو يرونها، أو يقرؤون عنها.
- عرض المعلومات نفسها، أو تلك المشابهة، بطرق مختلفة مع مرور الوقت. وعليه، يتطوّرون تدريجيّاً عبر طرح الأسئلة والأنشطة التي تلخّص المعلومات للتّيقّــن مــن أنهم قــد فهمــوا الحقائــق والإستراتيجيّات اللازمــة لاجتياز الامتحانــات الموحّدة، ولكي يستفيدوا من هذه المعلومات مستقبلاً لتحقيق مصالحهم.
- يُقوّم الطلاب بــأدوات تقويم حقيقيّة. حيث تُقوَّم كيفية استخدامهم المادّة المُكتسبة في حلّ المشكلات واتخاذ القرارات الصائبة، والتفكير الإبداعيّ،

وافتراض التّوقّعات، وعقد المقارنات (الاستعارات والتشبيهات) وفي التفكير الناقد.

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

المادّة الرّماديّة

إن مفهوم ماوراء المعرفة عن الإدراك - معرفة المرء بأفكاره وبالحقائق التي تؤثر في تفكيره وتعلمه- يمكن أن يحسن إلى أقصى حدّ عملية التعلم. وعلى الرغم من المعلومات التي منحنا إياها تصوير الأعصاب ورسم خرائط الدّماغ عن اكتساب المعلومات، فإنّ بعض أفضل الإستراتيجيّات هي تلك التي يتعرفها الطلاب بأنفسهم. لقد أظهرت البحوث أنّ أفضل الطلاب هم الذين يمارسون سلوكات متباينة. بعد درس جرى فيه حثّ الطلاب على تحديد نجاح باهر حققوه من خلال عملية التعلم الذي تلقوه ذلك اليوم، يتعيّن 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 يشتتون انتباههم، وشاركوا أكثر في النقاش، ورسموا رسوماً ذات مغزى، واستمتعوا بلعبة وصل الكلمات، أو قاموا بتنبؤ صحيح- فإنّ إستراتيجيّة إدراك ما وراء المعرفة هذه ستمنحهم أداة سيستخدمونها مجدّداً. وقد تصبح في نهاية المطاف أحد سلوكات التعلم المميزة التي تزيد قدرتهم وثقتهم بأنفسهم، وتساعدهم على أن يصبحوا متعلّمين مثاليّين.

إنهم يستفيدون من فرص متعددة لممارسة عملية إدراك الإدراك التي تجعل من اللاوعي وعياً. إنّ هذا هو الوقت المناسب كي يختبرون تجاربهم في التعلم، ويطوروا وعيهم الذّاتيّ. 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 أداؤه في الامتحان، أو في تقرير، أو مشروع، فإنه يمكنه/ها الإجابة عن هذا السؤال: لِمَ تعتقد أنك كنت ناجحاً جدّاً هذه المرة؟ ما الذي يمكنك فعله لتتمكن من مواصلة هذا الأداء الجيد؟

تهدف الإستراتيجيات القائمة على الدّماغ، التي سبق وصفها، إلى تقوية الذّاكرة من خلال زيادة الترابط بين الأشياء عبر الألفة، والمشاركة الشّخصيّة، وعمليتي المراجعة والتكرار بوسائل متنوعة. عندما تُستخدم هذه الإستراتيجيّات يُنْجزُ معظم العمل لتقوية التخزين والاسترجاع في الذّاكرة طويلة المدى. ولأنّ المادّة الجديدة عُزّزت عبر تذكير الطلاب بربطها بحياتهم الشّخصيّة كنتيجة للدرس، ولأنهم سُئلوا أسئلة ذات أجوبة متعددة عمّا وجدوه ممتعاً، وما ذُكِّروا به، وما الذي ما يزالون راغبين في معرفته- فإنهم سيتمكنون من توظيف الدّرس 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 الشّبكيّ الطريق لباقي الدّماغ كي يستجيب لهذه المُدخلات الحسّيّة.
3. عندما تكون هناك نسبة مثالية من التحفيز والراحة فإنّ أجهزة التنشيط هذه تعدّ دوائر الذّاكرة على نحو مناسب. وبذلك تصبح دوائر الذّاكرة فاعلة وجاهزة.
4. إطلاق الدوبامين والإدرينالين بكميات مناسبة.
5. تصل المعلومات عبر دوائر الذّاكرة، وترتبط بالمعلومات المخزّنة سابقاً، وبالخبرات الشّخصيّة لتكوّن أكثر من ذاكرة علائقيّة، وأنماطاً أيضاً.
6. تُفعّل الوظائف التّنفيذيّة في الفصّ الجبهيّ.

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

التقنية أداة للذّاكرة

إنّ الأشكال المتنوعة لمراجعة المعلومات، عن طريق استخدام تقنيات مختلفة للتدريب على المادّة نفسها، ذات قيمة إضافية لتعزيز عملية تقوية الذّاكرة، وعمليات الاسترجاع، والمعالجة بوساطة الوظائف التّنفيذيّة. إنّ هذا التّعزيز الإيجابيّ يمكن أن يكون عاملاً قويّاً في تعلّم الطلاب. ولأنّ المعلمين لا يستطيعون الوجود دائماً لتوفير هذا التّعزيز الخارجيّ، 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 تفاعليّة لكلّ من الطالب والمعلم.

ولأنّ كثيراً من التقنية التّفاعليّة على جهاز الحاسوب تبدأ في مجال الرياضيات، فإنّ المثال الموجود للتجربة هو نظام ALEKS على موقع www.k12aleks.com. يُعدّ هذا النّظام مثالاً على الكيفية التي تستطيع برامج الحاسوب التّفاعليّة بوساطتها تعزيز تعلّم الطلاب واحتفاظهم بالمعلومة. يدخل الطلاب البرنامج بواسطة معلم، يمكن له بعد ذلك مراقبة الوقت الذي يقضونه، والتّقدّم 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.

تُعدّ التغذية الراجعة أحد أقوى العوامل المؤثرة في تعلم الطلاب؛ لأنها تقوي الخلايا العصبيّة في الدّماغ. يقدّم نظام ALEKS تغذية راجعة إيجابيّة لهم، ومن ثمَّ يعيد تقوية دوائر الذّاكرة في الدّماغ. 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 اختُبروا بها على وفق تقويم دوريّ. في نظام ALEKS، تتوافر التغذية الراجعة للطلاب والمعلمين في أيّ وقت، وفي كلّ درس جديد يبدأ بمراجعة المادّة التي تعلمها الطّالب من قبل.

إنّ برامج الحاسوب المصمّمة جيداً يمكنها تعزيز روابط الذّاكرة وممرات الوصول، والاحتفاظ بالمادّة التي تعلمها الطلاب في غرفة الصّف، وقرؤوها 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 الذّاكرة 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 الذّاكرة طويلة المدى. إذا نسي الطالب أشياء تعلّمها سابقاً في المقدّر فإنّ التقويم يجب أن يلاحظ هذه الفجوات، وينبّه إليها عندما يقيس الإتقان الفعليّ. إنّ أفضل الأنظمة هي التي تستخدم المعلومات كلّها عند تقويم مدى استعداد الطالب للتقدم، وتجعل هذا التقويمات شاملة، وفي متناول المعلمين؛ ليمكن لهم مراجعتها.

عندما يغادر الطلاب غرفة الصّف

تخصّص أغلبُ المجلات واسعة الانتشار وكتب التعلم الذّاتيّ صفحاتٍ لنظريات عن أثر كلّ من النّظام الغذائيّ، وممارسة التّمارين الرّياضيّة، وأسلوب الحياة، في الصّحّة الجيّدة. من الصعب تحديد مدى أثر هذه العوامل واتخاذ قرارات علمية بصددها. لحسن الحظّ، قدّم لنا تصوير الأعصاب دليلاً ثابتاً بالتجارب عن بعض هذه العوامل، ولاسيّما تأثير النّوم في الذّاكرة.

النّوم. في أثناء النّوم، ينخفض نشاط الوظائف التّنفيذيّة في الفصّ الجبهيّ؛ لأنّ كمية أقلّ من المُدخلات الحسّيّة تدخل الجهاز العصبيّ.

إنّ هذه الحالة من انخفاض النّشاط 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 بالمُدخلات الحسية التي تتدفّق عليه طوال اليوم، فإنه يستطيع تكريس جزء أكبر من طاقته (عملية الأيض) لتنظيم أنواع الذّاكرة التي تكوّنت خلال النهار وتخزينها.

المادّة الرّماديّة

أشارت التجارب على الحيوانات إلى أنّ عملية الدمج في الذّاكرة تحتاج إلى تصنيع بروتين جديد في قرن آمون، وفي أماكن التخزين تحت قشرة الفصّ الجبهيّ. ظهرت هذه التّغيّرات خلال التّصوير الوظيفي بالرّنين 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، والتّفرّعات في الخليّة العصبيّة الجديدة، والمشابك العصبيّة.

تنمو الرّوابط بين الخلايا العصبيّة عندما تُخزَّن 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 تُجدَّد النواقل العصبيّة مثل الدوبامين، بل إلى

النّـوم أيضاً. خلال النّوم، تحدث أعلـى نسبة من إعادة تجميع المواد الكيميائية العصبيّة اللازمة لتحفيز نموّ التّفرّعات في الخليّة العصبيّة.

تبلغ قدرة التّخزين في الدّماغ ذروتها خلال أطول مدّة من النّوم غير المتقطع، أكثر من النّوم الذي تحـدث فيه الأحلام والمرتبط بمرحلـة حركة العين السّريعة. مرحلة النّـوم العميق هذه حاسمة؛ ففيهـا يحوّل الدّماغ المعلومـات الحديثة إلى ذكريات طويلة المدى، من خـلال بناء التّفرّعات في الخليّـة العصبيّة وتوسيعها. وعليه، فإنّ المعلومات التي جـرى تعلمها خلال النهار، تُخزَّن بصورة دائمة في الذّاكرة.

كلّمـا زاد عدد التّفرّعات في الخليّـة العصبيّة المتفرّعة من الخلايا العصبيّة، والتي تصل الخلايا ببعضها ببعض زادت قدرة الدّماغ على تعرّف أوجه الشبه بين الخبرات الجديدة والمخزّنة من قبل. مرة أخرى، هذا يؤكد أنك كلّما عرفت أكثر أصبح التعلم سهلاً.

ينشـط هرمونُ النّموّ في أثنـاء النّوم تحديداً، وهو ذات الوقت الذي يحفّز فيه بروتين النيوتروفين (عامـل نموّ الأعصاب) عمليـةَ نموّ التّفرّعات في الخليّة العصبيّة. أيضـاً، تُعزّز عملية التفرع هذه بوساطة السيروتنين؛ الناقل العصبيّ الذي يفرزه الدّماغ في الساعة السادسة أو الثامنة من النّوم عادة. هذه الأهمية للنّوم، دفعت الباحثين إلى اختبار، ثم تأكيد فرضيتهم التي تشير إلى أنّ النّوم من ستّ إلى ثماني ساعات يمكن أن يزيد قوة الذّاكرة والتيقظ بنسبة 25% (فرانك، إسا وستر ايكر، Frank,Issa, & Stryker, 2001).

يساعـد النّوم الدّماغ على دمج المعارف والخبرات الجديدة وتخزينها في الذّاكـرة. لقد أكّدت البحوث عن النّوم صحة مـا اكتشفه الطلاب بأنفسهم من خلال عاداتهم الدّراسيّة؛ حيث لاحظوا أنّ من الأفضل مراجعة ملحوظاتهم وهم متيقظين بدلاً من مراجعتها قبل النّوم. تقترح الدراسات أنه في حال راجع الطلاب دروسهم على نحو مكثف، ثم توقفوا عند شعورهم بالنعاس، فإنّ نوعية المعلومات التـي احتفظت بها الذّاكرة وكميتها تفوق تلـك التي كان يمكن الاحتفاظ بها في حال استمروا في المراجعة لساعات بعد شعورهم بالنعاس.

حتى لو عوّض الطلاب الذين حُرموا من النوم ساعات نومهم لاحقاً، فإنّ أداءهم في الامتحانات عمّا تعلموه حديثاً سوف ينخفض (ستيكجولد، Stickgold, 2000). 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، والاكتئاب، والمشكلات السّلوكيّة خلال النهار (ولفسون، Wolfson, 1998).

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

المستقبل

عندما تُطبّق بحوث الدّماغ المتعلقة بالذّاكرة والاحتفاظ بالمعلومات في الغرف الصّفية، فإنّ هذا لن يدفع عملية التعلم للمضي قدما 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.