الفصل الأول

الذّاكرة، والتعلم، واجتياز الإختبارات بنجاح

شهد العقدان الأخيران تطوّرا مذهلاً 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

التّعليم يؤدّي إلى نموّ خلايا الدّماغ. لزمن طويل، كان لدى العلماء اعتقاد غيـر صحيح حول نموّ الدّماغ؛ كانوا يظنون أنـه يتوقف عند الولادة، يتبعه موت تدريجـي لخلايـاه طوال فترة الحياة. أمّـا الآن، فنعرف أنه علـى الرغم من أنّ معظـمَ الخلايا العصبيّة التي تخزّن فيها المعلومـات موجودةٌ عند الولادة، فإنّ هناك نموّا يستمر مدى الحياة للخلايا الداعمة، والوصلات التي تغذي التواصل بين الخلايـا العصبيّة. هذه التّفرّعات في الخليّـة العصبيّة، تنبت من المحاور العصبيّة، أو من جسم الخليّة العصبيّة.

يـزداد حجم التّفرّعات فـي الخليّة العصبيّة وعددهـا استجابة للمهارات التي نتعلمها والخبرة والمعلومات. تنمو تشعّبات جديدة كفروع للخلايا العصبيّة التي تنشـط بشكل متكرر ويحفز هـذا النموّ بروتينات تُسمـى النيروتروفينات. وأحـد هذه البروتينـات هو عامل نمو الأعصـاب. وعلى الرّغم مـن 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 تشكيل 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 بها أجزاء من أنظمتهم؛ البصريّة، أو الحركيّة، أو الحسيّة، أو التّعاونيّة. على سبيل المثال، يمتلك المكفوفون الذين يقرؤون بنظام بريل قشرة حسيّة جلديّة أكبر بشكل ملحوظ في الأماكن التي تتم فيها معالجة حاسة اللمس في اليد اليمنى. بشكل مشابه، 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 نشر 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 ثَمّ أهملوها. يُدعى الانخفاضُ في التّفرّعات في الخليّة العصبيّة والوصلات الدّماغية الداعمة الأخرى التي لا تستخدم التّقليم 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 بشكل منتظم يتمّ المحافظة عليها وتقويتها. 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 هو 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 يتم غسلها. يحفز هذا التجمع لأيونات الكالسيوم إفراز إنزيم كالبين (calpain) الذي يدفع الخلايا الى تدمير ذاتها.

المادّة الرّماديّة

لتصوّر عملية التّقليم في إطار نموّ خلايا الدّماغ، فكّر في التّطوّر المذهل لدماغ الجنين الذي ينتج نصف مليون خلية عصبيّة في الدقيقة عندما يصل إلى الأسبوع الرابع من عمره. خلال الأسابيع التالية، تتجه هذه الخلايا نحو المكان الذي سيشكّل دماغًا، وتبدأ بتشكيل المحاور والتّفرّعات في الخليّة 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 القليلة الأخيرة التي تسبق الولادة، تُقلّمُ هذه الزيادة المفرطة من الخلايا والوصلات العصبيّة. تموت الخلايا العصبيّة التي لم تشكّل 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 المادّة الرّماديّة في الدّماغ نموّا مفاجئا آخر تصل فيه المادّة الرّماديّة والوصلات المتزايدة إلى ذروة كثافتها في سن 11 تقريبا. يتبع هذا النموّ مرحلة أخرى من التّقليم (سيمان، Seeman, 1999) عندما تتعطل دوائر الذّاكرة بسبب عدم الاستعمال. في حال عدم حدوث هذه المرحلة الثانية من التّقليم، سيكون هناك الكثير من الضغط على الدّماغ ليكون فاعلًا، تماما كما يحتاج الحاسوب المليء بالبيانات إلى وقت أطول ليبدأ العمل، ذلك أنه لا بد من تفعيل البيانات جميعها قبل أن يصبح بالإمكان استعماله.

كلما زادت طرق تعلّمنا لأمر ما زادت مسالك الذّاكرة. تعدُّ هذه الاكتشافات في البحوث حول الدّماغ أحد أسباب الاعتقاد الحالي بأنّ تحفيز نموّ المزيد من التّفرّعات في الخليّة العصبيّة والوصلات المتشابكة هو أحد أفضل الأشياء التي يمكن للمعلمين أن يتعلموا القيام بها من أجل أدمغة طلابهم.

عندما يكون الأطفال بين سن 6 إلى 12 تنتج خلاياهم العصبيّة المزيد من الوصلات التي تعمل كمسارات جديدة للإشارات العصبيّة. هذه الكثافة في المادّة الرّماديّة (التّفرّعات في الخليّة العصبيّة المتفرعة من الخلايا والرّوابط العصبيّة) تترافق بتكثف في المادّة البيضاء في الدّماغ (غُلُف النخاعين الدهنية التي تعزل المحاور العصبيّة الحاملة للمعلومات عن الخلايا العصبيّة وتجعل نقل الإشارات العصبيّة أسرع وأكثر كفاية). وكلّما أصبح الدّماغ أكثر فاعليّة تُقلّم الدّوائر الأقل استعمالًا، في حين تزداد كثافة الرّوابط الأكثر استعمالًا، والتي سيجعلها غلاف المايلين المتزايد أكثر فاعلية (جيلد، Guild, 2004).

مساعدة الطلبة على تنمية المزيد من وصلات الدّماغ

في غرفة الصّف، كلّما زادت طرائق تقديم المادّة المراد تعلمها للدّماغ ومراجعتها، تشكّل المزيد من المسالك المؤلفة من التّفرّعات في الخليّة العصبيّة

الموصلة. كما سيكون هناك المزيد من الجسور التي تصل خلية بأخرى. وستستعمل هذه المسالك أكثر، وستصبح أقوى، وستبقى في مأمن من التّقليم.

على سبيل المثال، سيؤدي عرض المعلومات بصريًّا إلى المزيد من الرّوابط مع الفصّ القذاليّ (الفصّ الخلفيّ من الدّماغ الذي يعالج المُدخلات البصريّة). يـؤدي إلى جعل الطلبة الذين يستمعون إلى المعلومات يقومون بإنشاء دائرة من التّفرّعات في الخليّة العصبيّة مع الفصوص الصّدغيّة في وقت الاستماع نفسه، أو في وقت لاحق (الفصوص الصّدغيّة تقع على جانبيّ الدّماغ وتعالج المُدخلات السّمعيّة، وتؤدي دورًا مهمًّا في تنظيم معالجة العاطفة والذّاكرة). هذه الازدواجية، تتيح فرصة أكبر لتنبيهات مستقبليّة تحثّ الدّماغ على الوصول إلى هذه المعلومات المُخزّنة.

المثيـرات المتعـددة تعني ذاكرة أفضـل. كلّما زاد عـدد مناطق الدّماغ التي تخـزّن البيانات المتعلقة بموضوع ما زاد الترابط فيما بينها. ويعني هذا التكرار أنه ستكون لدى الطلبة 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 شيئا تعلمناه بدلا 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 أيضا 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 بالسيارات، تنبت شبكات من التّفرّعات في الخليّة العصبيّة الرابطة بين مناطق الذّاكرة هذه. تسمح هذه المجموعة من الدارات 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 الدارات فإنه يمكن الوصول بسرعة وفاعلية لأيّ من المعلومات المخزّنة التي نحتاج إليها.

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

من الأقفاص الخصبة إلى غرف الصّف والمناهج الخصبة. أظهرت الأبحاث المخبرية في تصوير الأعصاب كيفية تشكّل الأدمغة النامية بسبب الخبرة، حتى قبل فهم لدونة الدّماغ فهمًا تامًّا. لقد قورنت أوزان أدمغة فئران ،وأحجامها، ربيت في أقفاص تقليدية بأخرى ربيت في أقفاص خصبة (أي فيها مثيرات أكثر يمكن للفئران اللعب بها). كانت أدمغة الفئران التي ربيت في بيئات خصبة أكبر وأثقل. وكانت تفرعاتها العصبيّة ومسالكها وروابطها العصبيّة أطول وأعقد بكثير، إضافة إلى تفرّع المسالك إلى مناطق أكثر في الدّماغ.

كما أظهرت حيوانات الشمبانزي، التي عاشت في بيئات خصبة ومجتمعات مستقرة اجتماعيا، تزايدًا 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. بالإضافة إلى ذلك، أظهرت هذه الحيوانات

تفاعلًا 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 العديد من التصنيفات لأنواع الذّاكرة، والتصنيف المقدم هنا هو مزيج من عدة تصنيفات 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.

للأسف، تعدّ ذاكرة الحفظ غيبًا أكثر ذاكرة مطلوبة لطلبة المدارس الابتدائية والثانوية. يتضمن هذا النمط من التّعليم «الحفظ عن ظهر قلب»، ومن ثم النسيان السريع لحقائق ليس لها أهمية أو قيمة لدى الطالب، كحفظ قائمة من المفردات مثلا. 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 العصبيّة المؤدية إلى أنظمة التخزين النائية هذه.

يمكـن استخدام الإستراتيجيـات القائمة على الدّمـاغ للتقليل من الكمية المطلوبة مـن الحفظ غيبًا، وما تبقى سيكون أقل مللا؛ لأنّ هذه الإستراتيجيات تساعـد الطلبة علـى التوصـل إلى أنـواع أكثر فاعليـة من تخزيـن المعلومات، واسترجاعها، واستخدامها.

يهـدف التّعليم المرتكز على البحـوث إلى إنشاء دروس تعتمد، بشكل أقلّ، علـى ذاكرة الحفظ عـن ظهر قلب التي تتصف بعـدم الفاعلية، وشعور الطلاب بالملـل. إنّ مساعـدة الطلبة على استخـدام أنواع ذات فاعليـة أكثر في تخزين الذّاكرة واسترجاعها سيغير أدمغتهم فعلًا.

تتضمن الذّاكرة العاملة، أو قصيرة المدى، القدرةَ على الاحتفاظ بالمعلومات لاستخدامها في المستقبل القريب. يتم الاحتفاظ بالمعلومات في الذّاكرة العاملة مدة 20 دقيقة تقريبًا. إنّ التحدي الذي يواجهه الطلبة يكمن في نقل المعلومات مـن الذّاكـرة العاملـة إلى الذّاكـرة طويلة المـدى. وإنْ لم يقومـوا بذلك خلال 20 دقيقـة فـإنّ فقد المعلومـات وارد. (فكّر في آخر مرة أعطـاك فيها شخص اتجاهـات كانت بالنسبة إليـك واضحة عندما سمعتها، ثـم نسيتها ما إن بدأت بالسيـر وفـق الاتجاهات). إنّ هذه المواد المتعلمـة حديثًا يجب أن تدخل شبكة أسـلاك الدّماغ لحمايتها من الفقـدان. يستطيع الطلبـة الاحتفاظ بالمعلومات الحديثـة من خلال تفعيل المعلومات التي تعلموها في السابق، والمتعلقة بالمادّة الجديدة. توجد المعلومات السابقة في دوائر مغلقة من الرّوابط بين خلايا الدّماغ (دوائـر من الخلايا العصبيّة المتصلة بوساطة المحاور الأسطوانية والتّفرّعات في الخليّـة العصبيّة التي تحمل المعلومات على شـكل إشارات كهروكيميائية). يستخدم التّعليم الفاعل إستراتيجيات تساعد الطلبة على تعرّف النماذج، وإنشاء الرّوابـط المطلوبة لمعالجة المعلومات الجديدة المخزّنـة 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 صحيحًا تمامًا. حيث يمكن تشكّل خلايا رابطة جديدة ، تُعرف بالتّفرّعات، في الخليّة العصبيّة مدى الحياة. وعلى الرغم من صحة حقيقة عدم تجدد الخلايا العصبيّة التي يتم فيها تخزين الذّاكرة فإنّ امتداداتها، أي هذه التّفرّعات في الخليّة العصبيّة، تظل تنبت، وترتبط، وتشكّل دوائر جديدة مع تشعبات عصبيّة أخرى مدى الحياة (مارتن وموريس، Martin & Morris, 2002) إنّ هذه الشبكات العصبيّة، وكما هو الحال في الدّوائر الكهربائيّة، هي الطرق التي تربط بين أجزاء مختلفة من الدّماغ. تمامًا 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 تفعّل عند الحاجة إلى معلومات معينة. عندما يتم تذكّر معلومات معينة بشكل متكرر فإنّ الدّوائر العصبيّة المتعلقة بها تتطوّر بشكل كبير نتيجة للتنشيط المتكرر لهذه الدّوائر. يمكن وصف عملية بناء العلاقات القائم على الرّبط المتكرر بين معلومة وأخرى بالعبارة التالية: «الخلايا التي تتقد معًا ترتبط معًا». عندما يتزامن إذكاء خلايا عصبيّة مع إذكاء خلايا عصبيّة أخرى فإنّ هذه الخلايا تصبح أكثر عرضة لتشكيل روابط جديدة فيما بينها. وكلما زادت قوة الرابط نتيجة التحفيز المتكرر زادت إمكانية قيام الخليّة العصبيّة بإثارة نشاط خلية عصبيّة أخرى مرتبطة بها. (تشوغاني، Chugani, 1998).

تمامًا مثل عضلة جرى تمرينها، 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 الذّاكرة بشكل يؤدي إلى تقوية هذه الدّوائر وتعزيزها. وهذا يعني إمكانية 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 بخطوة، بل

ربما اعتمدت على هذه التّعليمات عدة مرات كلما كرّرت هذه المهمة، إلى أن يأتي يـوم تصبح فيه العملية آلية إلى درجة القيام بها وأنت تجري محادثة ما. نتيجة للتكـرار، أصبحت هـذه الذّاكرة العاملة جزءًا من الذّاكـرة طويلة المدى، ولكن هذه العملية تحتاج إلى تكرار دوريّ كي تظل ضمن نطاق الذّكريات النشطة، وكي لا تتلاشـى تدريجيًّا 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، تماما كآثار أقدام المتسلقين. موجودة لكنها مختفية تحت الثلج. إنّ ذلك يشبه عملية نقل البيانات من سطح المكتب إلى القرص الصلب في الحاسوب؛ لاستذكارها، تأخذ وقتًا أقلّ مما تأخذه عند تعلّمها للمرة الأولى.

المادّة الرّماديّة

يوفر لنا علم تشريح الدّماغ خلفية 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 كـي تتنبـه أو تستجيب لمؤثر ما. في سياق حديثنا عن التعلـم، فإنّ هذه المؤثرات هي قطع صغيرة مـن المعلومات الحسّيّـة التي يراها الطلبة (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 نشاطًا في اللحظات التـي يتم فيها تعلم المعلومات الجديدة وتخزينها. في البداية، تُستقبل المُدخلات القادمة من كلّ حاسـة على حدة (السمع، واللمس، والتّذوّق، والبصر، والشّمّ) وتُصنّف أو يتعرّف إليها عن طريق مقارنتها ببيانات مخزّنة سابقًا. إنّ ذلك يحدث في مناطق من القشرة الحسية الجلدية، حيث توجد واحدة منها في كلّ واحد من فصوص الدّماغ. أيضًا، 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 مجدّدًا كلما كُرِّر الفعل، كأداء تجربة علمية تتبع الدّرس النظري في المختبر، أو التّمرّن على أغنية، أو عند تكرار المعلومات في المناهج الدراسية اللاحقة. فكلما كرّر الشّخص فعلا ما، أو تذكّر معلومة ما، نما المزيد من التّفرّعات في الخليّة العصبيّة، وقامت بربط المعلومات الجديدة بالقديمة، وبالتالي 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 الطلبة، يلجأ عدد قليل جدًّا من التربويين إلى استخدام الحفظ عن ظهر قلب، أو استعمال التّعليمات المحدودة في أوراق العمل التي تقضي على الابداع يومًا بعد يوم، وذلك على أمل ترسيخ المادّة في عقول طلابهم. من خلال خبرتهم، يعرف المعلمون كيف أنّ المعلومات، بهذه الطريقة، تبقى في عقول طلابهم لفترة قصيرة. يستطيع العديد من المعلمين ذكر مناسبات قاموا فيها بإعطاء طلابهم قائمة كلمات للإملاء، أو ورقة عمل لمادة الرياضيات كانوا قد

أخذوها من قبل، لكن عددًا كبيرًا نسبيًّا من الطلبة لم يلاحظوا مباشرة أنّ هذه هي الأوراق نفسها التي أخذوها قبل أسابيع، أو حتى قبل أيام قليلة.

الآن، هنـاك طرق أكثر تساعد الطلبة على معالجة المعلومات المعطاة في الدروس، بحيث تنتقل مـن الذّاكرة العاملة المؤقتة إلى مخزن الذّاكرة. إنّ هذه الإستراتيجيّـات تجعل الطلبة يهتمون بما يتعلمون. هذه الدروس تنشّط أكثر من حاسّـة، وتربـط المعلومات الجديدة بممرات عدّة فـي الدّماغ تسير نحو مناطق التخزيـن في الذّاكـرة. إنّ التّعليم النـاجح القائم على الدّمـاغ يبني روابط أكثر ودوائر أقوى. وعليه، سيكون لدى الطلبة طرق أكثر لنقل المعلومات الجديدة إلى مناطق التخزين في الذّاكرة واسترجاعها عند الحاجة إليها.

المادّة الرّماديّة

لقـد منحـت تقنياتُ رسم خرائط الدّماغ العلماءَ قدرة على تعقب أيّ أجزاء الدّماغ هي التي تنشط عندما يعالج الشّخص المعلومات. إنّ مستويات النّشاط في مناطق معينة من الدّماغ هي التي تحدّد أيًّـا من الحقائق والأحداث سيتـم تذكّره. يتيح التّصوير الوظيفي بالرّنيـن المغناطيسيّ (FMRI) للعلماء رؤية نشاط الدّماغ بمرور الوقت. في إحدى الدراسات التي ركزت على الذّكريات البصريّة، استخدم العلماء التّصوير الوظيفي بالرّنين المغناطيسيّ، وفي أثناء عملية التّصوير، جعلوا الخاضعين للدراسـة يشاهدون سلسلة من الصور. وجد الباحثـون أنّ مستويات النّشاط في الجزء الأيمن من قشـرة مقدّم الفصّ الجبهـيّ، وفي مناطق محدّدة من قرن آمون، تناسبت مع مدى قدرة الشّخص علـى ترميز الصور المرئية وتذكّرهـا. (برووير وزاو وديزموند وجلوفـر وجابريل، Brewer, Zhao, Desmond, Glover, & Grabrieli, 1998)

فـي حين ركزت دراسة قـام بها الدكتور أنتوني واغنر (1998)، عندمـا كان في كلية الطّبّ بجامعة هارفرد، على الذّاكرة اللفظية. حيث طلب واغنر من الخاضعين للدراسة القيام بتحليل كلمات، إما عـن طريـق معناها (مجردًا أو ملموسًا)، أو عن طريق النظر في شكل الكلمة (سواء أكانت أحرفها كبيرة أم صغيرة). لقد مكّنت مستوياتُ النّشاط في قشرة مقدم الفصّ الجبهيّ (ولكن هذه المرة فـي الجانـب الأيسر حيث مركز بروكا المتعلق باللغة عنـد 90% من النـاس) وفي المنطقة من قرن

آمون نفسها – الدارسين من التنبؤ بأيّ الكلمات هي التي سيتم تذكّرها في الاختبار. بالإضافة إلى ذلك، اكتُشف أنه غالبا ما تمّ تذكّر الكلمات بشكل أكبر عندما ركّز الخاضعون للدراسة على معنى الكلمات أكثر من شكلها. (واغنر وآخرون، Wagner et al., 1998).

إنّ هذا يعدّ مثالاً على كيفية إعطاء تصوير الأعصاب دليلاً مباشرًا حول أيّ من إستراتيجيات الذّاكرة هي الأفضل لحفظ المعلومات. ويضيف دليلًا آخر للنظرية البيولوجية القائلة بأنّه 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 الطلبة يتفاعلون مع المعلومات المراد تعلمها، وبالتالي يزداد نشاط مناطق الدّماغ التي تساعد على بناء الذّاكرة. في حين يشجع بعضها الآخر على ربط المعلومات بأكثر عدد ممكن من الحواس. مثلًا، 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 الطلبة بعد ذلك ما رأوه أو تحدثوا عنه مع آبائهم، أو عبروا عنه بكلماتهم الخاصة، فإنّ المعلومات تحفّز لدخول الذّاكرة طويلة المدى؛ لأنّ الطلبة 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 تمامًا. فمن خلال خرائط الدّماغ، نستطيع أن نعرف بأنه يمكن التنبؤ بأنشطة إدراكية محدّدة تحدث في مناطق صغيرة من الدّماغ. وبشكل مشابه، أظهر لنا التّصوير أنّ هذه المواقع كلّها تُزوَّد بالبيانات من مراكز الدّماغ التي تجمع المعلومات من الحواس والمشاعر. وعندما يبني الطلبة 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 إمكانيّة استرجاع المعلومات بأكثر من نوع من المثيرات. ونتيجة لذلك، تعلّم الطلبة المعلومات بصريًّا أو سمعيًّا، فسيتمكنون من تذكّرها لاحقا باستخدام الذّاكرة السّمعيّة أو البصريّة أيضًا.

أتاحت لي معلماتي الفرصة للإحتفال باكتشافاتي.

روبرت أوبنهايمر[1]

متحدثًا كيف أصبح عالمًا في الفيزياء النووية

المفاجأة

إنّ أدمغتنا معدة لتذكّر 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. وبما أنّ 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 الطلبة. 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 الطلبة وفضولهم. يمكن أن يكون ذلك أيّ مثير؛ وضع أغنية لهم عندما يدخلون الصّف، أو ارتداء زي غريب عند الترحيب بهم. فإذا شعر الطلبة بتجربة جديدة من خلال العرض أو الوصف أو الحكايات،

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

أو حتى الحماسة في أصوات معلميهم، فإنهم غالبا ما سيربطون ذلك العرض أو الحكاية بالمعلومات التي ستليه.

وللاستفادة من حالة الانهماك لدى الطلبة، يجب منحهم الفرصة للتفاعل مع المعلومات التي هم بحاجة إلى تعلّمها. حيث إنّ الهدف من ذلك بالنسبة لهم هو أن يكتشفوا المعلومات، ويفسروها، ويحللوها، ويعالجوها، ويمارسوها، ويناقشوها، بحيث تنتقل من الذّاكرة العاملة ليتم معالجتها 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 تماما مع سقراط. وتتضمن الإستراتيجيّات التي يمكنها تحقيق هذه الأهداف المناقشة الثنائية ومشاركة كلّ اثنين في أفكارهما. يستطيع الطلبة كتابة ملحوظاتهم بطريقة مرحة ودون كثير من التنظيم.

كما يمكن لهم إضافة رسم في دفاترهم، إلى جانب ملحوظاتهم حول المفاجأة التي تعرضوا لها، أو المعلومات الجديدة التي تعلموها، وردّ فعلهم الشّخصيّ عليها (ماذا: رأيت؟ سمعت؟ شممت؟ تعلمت؟ ما الذي فاجأني؟ ما الذي أرغب في معرفة المزيد عنه؟ بِمَ ذكرتني تلك المعلومات؟).

طرق جديدة لاستخدام المواد المتاحة

عندما يكون الدّرس سلبيًّا، مثل قراءة الطلبة جزءًا من الكتاب المدرسي في الحصة، فإنه يمكن للمعلمين ابتكار إستراتيجيات تبعث الحماس في الطلبة باستخدام مصادر موجودة أصلًا. عادة ما تحتوي الكتب المدرسية المعدة جيدًا على أسئلة شاملة في نهاية كلّ فصل. ومع ذلك، فمن غير المحتمل أن تثير الكتب المدرسية اهتمام الطلبة 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 الطلبة على التعبير عن آرائهم الشّخصيّة. وبدلا من إعطاء الطلبة الواجب البيتي الجامد والممل الذي يتضمن قراءة الطالب لسؤال ما، ثم مراجعة النص أو ملحوظاتهم بحثا عن «الإجابة الصحيحة»- يستطيع المعلمون تهيئة الفرص التي تربط هذه الأسئلة بحياة الطالب.

ولإثارة المزيد من دوائر الذّاكرة، يستطيع الطلبة توظيف تلك الأسئلة الموجودة في فصل ما لإجراء مقابلة تلفزيونية مع زملائهم. حيث يستطيعون تقديم رسم مجرّد إجابةً عن سؤال يدور حول مفهوم معين (مثل، ما شكل الانفجار الكبير الذي أدى إلى تشكيل الأرض؟ أو: كيف هو شكل اللانهاية؟).

قد يبدو أمرًا مملا وعديم الجدوى تكليف الطلبة القيام بالتحقق من دقة ملحوظاتهم، ولكن بوجود المعلم المناسب الذي يعكس نموذجا جيدا وبنية تعكس الاحترام، يمكن لهم قراءة ملحوظات زملائهم، وتقديم النصح لهم حول ما ينقصهم. وفي الغالب، سيجدون في ملحوظات زملائهم معلومات يرغبون بإضافتها إلى ملحوظاتهم. وبعد الإنتهاء من هذه الأنشطة، يستطيع «الشركاء» ترشيح أفضل الرسوم، أو الملحوظات، أو المقابلات التي قام بها زملاؤهم، ليتشارك بها الطلاب كلّهم في الصّف. وعندما يقوم المعلمون بخطوات كافية لجذب اهتمام الطلبة بوقت يكفي لانتقال المعلومات الجديدة من مجرد الوعي بها إلى أن تصبح مخزّنة في الذّاكرة العاملة، تقوم أدمغة الطلبة بتولي زمام الأمور، وبالتالي ستتغلغل هذه الأنماط الهادفة والرّوابط التي حفظوها عبر دوائر الدّماغ لترتبط بممرات الذّاكرة الموجودة أصلًا، وتضيف إليها أيضًا.

الذّاكرة العرضية والتعلم التجريبي

قبل عدة عقود، أطلق معلم الكيمياء في مدرستي الثانوية كبريتيد الهيدروجين (له رائحة البيض الفاسد) من عبوة مخبأة فتحها مباشرة قبل دخولنا غرفة الصّف. جلسنا، وبدأ باعطاء المحاضرة. بعد دقائق عدة، انتشرت رائحة كريهة في الصّف استحوذت على اهتمامنا. تذمرنا، ثم ضحكنا، وأخذنا نبحث عن مصدر الإزعاج. بالنسبة إلى مراقب من الخارج ينظر إلينا في تلك اللحظة، ربما كنا نبدو مشتتي الانتباه وبعيدين عن جوّ الدراسة. ولكنّ أسلوب العرض هذا جعلني أتبع تعليمات المعلم حرفيًّا، وأتابع وصفه لكيفية انتشار الغاز عبر الغازات الأخرى. من المحتمل جدًّا 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 أفعال الطلبة تجاه تلك الرائحة التي انتشرت في غرفة الصّف. وبمجرد أن يحدث هذا الرّبط، أصبح قادرًا 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 عاطفيًّا وحسيًّا (مدخلات حسية قوية)، بسبب الكثافة للأحداث المرتبطة بتلك الذّكريات. ولأنّ تلك الأحداث الحيوية تشق طريقها بقوة في المسالك العصبيّة الفاعلة عاطفيًّا لتصل إلى أماكن التخزين في الذّاكرة، فإنّ المعلومات الأكاديمية التي نتعلمها والمتعلقة بتلك المشاعر تأتي معها. وتسترجع الذّاكرة تلك المادّة الأكاديمية عندما يتبادر إلى الذهن أحداث، بوعي أو دون وعي. ومن أجل أن يتذكّر الطلبة درسًا ما، يمكن لهم استذكار الأحداث الحيوية المرتبطة بذلك الدّرس.

هل يمكنك أن تتذكّر وقتًا 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. وبشكل مشابه، فإنّ التعلم التجريبي يثير عدة حواس لدى الطالب، مثل التجارب العملية التي لا تسمح للطلبة بالانخراط في التعلم فحسب، بل غالبا ما يتم تخزينها في الذّاكرة طويلة المدى بشكل أكبر. 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. وباستخدام إستراتيجيات تشرك الحواس، يصبح الطلبة هم «المعرفة» بتفاعلهم معها. ونتيجة لذلك، فإنّ المعلومات الجديدة، والتي كان يمكن نسيانها، ترتبط بأحاسيس أوحركات أومشاعر معينة، وبذلك تنتقل إلى أماكن التخزين عبر أكثر من ممر. وتعني وفرة هذه الممرات قدرة أكبر للذاكرة على حفظ المعلومات واسترجاعها.

نشاطات التطبيق العملي لأنشطة التعلم أمر متعدد الحواس بطبيعته. في الواقع أنّ هذه الأنشطة تحفز نظامين للذاكرة يقعان في مناطق منفصلة من الدّماغ، وأمكن رؤيتهما وهما مرتبطان معا. وينتج من هذا الارتباط إسناد ترافقي قوي يظهر في الصور التي يقدمها لنا التّصوير الطّبقيّ (أندريسون وآخرون، Andreason et al.,1999). إنّ هذه الأنشطة، التي تُدعى الذّاكرة الدلالية، تثبّت المعلومات الموجودة في الدّرس على شكل حقائق ومفاهيم، مثل عملية التركيب الضوئيّ. إضافة إلى ذلك، هناك الذّاكرة العرضية، أو الذّكريات المرتبطة بالحدث مثل المُدخلات الحسية الناتجة من لمس النبتة،

ومشاهدتها، وقياسها، وتفحصها. ولأنّ التطبيق العملي يستهدف هاتين الذاكرتين، فإنّ هناك احتمالاً أكبر لأن يتم الاحتفاظ 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 مسليًّا فحسب. إنّ الدّرس المثالي الذي سيتم تذكّـره هو ذلك الذي حُفـزّت فيه أدمغة الطلبة بوساطـة مشاركتهم في أنشطة متمركزة حول الطالب، والتي تُنشّط في الوقت نفسه عددًا من الحواس والوظائف التّنفيذيّة في سعيها لفهم التّجربة التّعليمية. إنّ الهدف هو تزويد الطلاب بخبرات تمكنهـم من التفاعل مع المعرفـة بطريقة تثير حواسهـم الطّبّيعية ومشاعرهم الإيجابيّة، أو ربط المعلومات الجديدة بخبراتهم واهتماماتهم السابقة.

يستطيـع التربويون ربط المادّة المراد تعلمهـا بحواس الطلبة وخبراتهم، مما يعزّز بناء الذّاكـرة لديهم. وتدعى عملية ربط المعلومات الجديدة بخبرات وذكريات سابقة متعلقة بها الذّاكرة العلائقيّة.

الذّاكرة العلائقيّة - إضاءة الممرات

تتضمن عملية التعلم تعزيز الرّوابط بين الخلايا العصبيّة. تعمل الذّاكرة العلائقيّة عندما يتعلم الطلبة شيئًا يضيف إلى ما أتقنوه من قبل؛ أي أنهم يتفاعلون مع «خرائط» موجودة أصلاً في الدّماغ ويوسّعونها. تستخدم هذه العملية المزيد مـن الفعاليات التّنفيذيّة في أثناء قيام أدمغة الطلبة بمسح بنوك الذّاكرة لديها بحثًا عن علاقات تساعدهم على وضع روابط جديدة ضمن سياقها المناسب.

المادّة الرّماديّة

إنّ أيّ معلومة جديدة أو تعلّم يجب أن يدخل الدّماغ عن طريق واحدة أو أكثر من الحواس (السمع، والبصر، واللمس، والتّذوّق، والشّمّ، والحسّ العاطفيّ). أولًا، تُفكّ رموز هذه المعلومات بوساطة المستقبلات الحسية المتخصصة في الجسم. ومن هناك، تنتقل المعلومات عبر الأعصاب في الجلد أو الجسم إلى النّخاغ الشّوكيّ، ومن ثَمَّ إلى نظام التفعيل الشّبكيّ لتصل إلى جزء في الدّماغ متخصص باستقبال المُدخلات القادمة من الحواس.

إذا سارت الأمور بشكل جيد، فإنّ المعلومات تنتقل إلى الجهاز الحوفيّ. بعد دخولها أولًا إلى الحصين، تُرسل رسائل إلى أماكن التخزين في مقدم الفصّ الجبهيّ، وإلى أماكن الرّبط والوظائف التّنفيذيّة، وذلك ليتم تنشيط أيّ معلومات جرى تخزينها من قبل، ولها علاقة محتملة مع المعلومات الجديدة. إذا كانت المعلومات المخزّنة سابقًا 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، ويشكّل ذاكرة متكاملة في الفصّ الجبهيّ. إنّ وظيفة الرّبط التي يقوم بها الحصين مهمة جدًّا بالنسبة إلى عملية إنشاء الذّاكرة، فإذا لحقت أضرار بالغة بالحصين قد 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 الطلبة على إنشاء روابط ورؤية الأنماط.

إنّ عملية تكوين الأنماط هي العملية التي يقوم من خلالها الدّماغ بملاحظة أنماط جديدة وتوليدها من خلال ربط المعلومات الجديدة بالقديمة، ضمن أنظمة مكونة من أنماط استخدمها من قبل. يتمحور التّعليم حول 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 الطلبة من ملاحظة العلاقات يزداد نشاط خلايا الدّماغ

(إنشاء وصلات عصبيّة جديدة) ويتحقق المزيد من النجاح في تخزين المعلومات واسترجاعها في الذّاكرة طويلة المدى.

المنظمات البيانية

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

كلما أضاف التربويون المزيد من علم التّدريس إلى مهاراتهم وأساليبهم الفردية، قلّت حاجة الطلبة إلى الاعتماد على عملية الحفظ غير الممتعة وغير الفاعلة. تعدّ المنظمات البيانية بديلاً أكثر إبداعًا من عملية الحفظ عن ظهر قلب؛ لأنّها تمكن الطلبة من إنشاء الرّوابط، وملاحظة الأنماط، والوصول إلى معلومات مخزّنة ذات صلة بالمعلومات الجديدة، وتوسيع دوائر الذّاكرة الموجودة أصلًا.

تتوافق المنظمات البيانية مع أسلوب الدّماغ في تكوين الأنماط. وكي تحدث عملية الحفظ في الذّاكرة، لا بدّ من عملية الترميز أولًا (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 تم ترميزها 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 الطلبة على إنشاء روابط ذات معنى، ولها صلة بالمعلومات المخزّنة سابقًا. 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. ستقوم بانشاء منظم بياني يحوي أدلة تدعم التعميم التالي: **النوم من 8 إلى 10 ساعات كلّ ليلة مناسب لطلاب المرحلة المتوسطة.**
2. أوّلًا، اكتب التعميم وسط صفحة المنظم البياني.
3. وحتى تدعم كل حقيقة اخترتها ذلك التعميم، أضف إليها رمزًا بصريًّا. قد يكون: رسمًا أو رمزًا أو صورة.
4. استخدم ثلاثة ألوان على الأقلّ.
5. اكتب ما لا يقلّ عن أربع حقائق تدعم ادعاءك.

يمكن أن تكون المعلومات التي تدرس على صورة أنماط ببساطة تقديم المواد على صورة قطع صغيرة. ولأنّ الذّاكرة 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. وتمامًا كما تُقسّم أرقام الهواتف وأرقام الضمان الاجتماعي إلى ثلاثة مقاطع أو أربع، فإنه يمكن تقسيم المعلومات إلى ثلاث مجموعات أو أربع ذات قواسم مشتركة، بدءًا من أسماء أنواع الأجناس إلى أسماء الدول والعواصم.

عندما تساعد المنظمات البيانية الطلبة على تجميع المعلومات، فإن ذلك يعزز ميل الدّماغ الطّبيّعي لإنشاء المعاني عن طريق تكوين الأنماط. تعمل أفضل المنظمات البيانية على تفعيل خيال الطلبة ومشاعرهم الإيجابيّة في عملية إبداعية، حيث يمكنهم تعرّف الأنماط وفرزها واكتشافها بأنفسهم. أضف إلى ذلك أنّ استخدام المنظمات البيانية لربط المعلومات بعلاقات منطقية يمنح الطلبة وقتًا للتفكير حول 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.

تؤدي المنظمات البيانية إلى اندماج الطالب في التعلم بشكل جوهريّ؛ إذ إنها تتطلب من الطلبة تقديم تفسير للمادة المُتعلمة والتّفاعل معها. عندما ينشئ الطلبة تقسيماتهم الخاصة تزداد عملية تكوين الرّوابط. وفي حال زُوّدوا بإطار لمنظماتهم، فإنّه سيكون مفيدًا لهم إذا فهموا المنطق من بنية ما زُوِّدوا به.

عندما يربط الطلبة المعلومات الجديدة بتلك المخزّنة سابقًا في ذاكرتهم فإنهم يختبرون إحساسًا وصفه دوريس ليسنغ بقوله: «هذا هو التعلم؛ فجأة تفهم شيئًا كنت تفهمه طوال حياتك ولكن بطريقة جديدة».

المحافظة على اليقظة وتحسين قدرة الذّاكرة على الاسترجاع

يطور المعلمين قدرتهم على قراءة لغة الجسد لدى طلابهم. المهارة حيث تمكنهم هذه المهارة من تحديد الوقت المناسب لإراحة الدّماغ «قيلولة»، أو لتنشيط وسائل التّدريس. تزداد اليقظة وقدرة الذّاكرة على الاسترجاع كلما زاد تنوع طرق تدريس المادّة 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 المادّة. وعليه، فإنّ أفضل الكتب المدرسية هي تلك التي تقدم اقتراحات لطرق بديلة للتدريس.

الذّاكرة الوميضية. كما هو موضح سابقا، فإنّ الأحداث القويّة هي أدوات لبناء قدرة استرجاعية. هذه الذّكريات الوميضية، مثل أحداث تدمير برجي التجارة العالميين، وتحطّم المكوك الفضائيّ تشالنجر، أو تفجير السفارة في

كولومبيـا، ينجـم عنها ذكريات قوية مرتبطة بهذه الأحـداث، 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 الطلبـة إلى عرض الدّرس في قالـب تمثيليّ، أو التمثيل الإيمائي لإحدى المفردات، أو تمثيل مشهد تاريخيّ، أو القيام بأدوار تكون المحادثة فيها بلغة أجنبية. (سيستفيد الطلبة أيضا من الحركة الجسدية والتغيير اللذين توفرهمـا هذه الأنشطة). لهذه الغاية، أحتفظ في غرفة الصّف بصندوق يحوي أزياء مختلفة، وخصوصًا قبعات، لأستخدمه في الدروس التي يمكن عرضها في قالب تمثيليّ.

وهكـذا، يستفيد الطلبة من كونهم مشاركيـن شخصيًّا في موضوع المادّة عبر تقنيات، مثل التّدرّب العمليّ، والتجارب الميدانيّة، والتجريب، أو حتى حركة الجسم بأكمله (الاستجابة الجسدية الكاملة) من أجل تحفيز تثبيت المعلومات الجديدة في الذّاكرة، وتحسين استرجاعها لاحقًا. وتشمل بعض الأنشطة ما يلي:

1. أشـكالًا متعددة من المراجعـة، مثل خرائط المفاهيـم لتوفير إطار لعملية الاسترجاع.
2. التّخيّـل البصريّ: تصوّر الحدث التّاريخـيّ 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 الإيمائي.

عندما تُسترجع المعلومات بنجاح، فإنها تظل بحاجة إلى مراجعتها من أربع إلى سبع مرات لضمان بقائها. تتيح المراجعة التي تعتمد على أكثر من استجابة واحدة المجال للشبكات العصبيّة الجديدة لتتأجج أكثر من مرة. وكلما زاد تأججها أصبح الوصول إلى المعلومات واسترجاعها لاحقًا أكثر سهولة.

إنّ أفضل أنواع التعلم يحدث عندما يُعطى الطلبة 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 الأبحاث القائمة على الدّماغ قدمت لنا إستراتيجيات لتحسين قدرة الطلبة على استقبال المعلومات، وترميزها، وتخزينها، واسترجاعها. ولكن هناك جانبًا عاطفيًّا لا بد من أخذه بالحسبان أيضًا. والإستراتيجيّات التالية تسعى جاهدة لما يلي:

- خفض توتر الطلبة وقلقهم.
- قطع الدّرس بين فترة وأخرى لجذب انتباه الطلبة.
- تحسين ذاكرة الطالب وقدرته على الاحتفاظ بالمعلومة عبر إنشاء صلة مع المادّة التي تعلمها سابقًا، والخبرات الشّخصيّة، والمشاعر الإيجابيّة.
- إثراء الدروس بمدخلات حواس متعددة.
- التوصل إلى الإستراتيجيّات المتعلقة بالذكاءات المتعددة والمرتبطة ارتباطًا وثيقًا بالمادّة.

دروس تأسر الطلبة

في وقت متأخر من صباح أحد أيام تشرين الأول، دخل طلاب الصّف السادس غرفة صف المعلمة باترسن، كانت الغرفة معتمة، مضاءة بشمعة واحدة

فقط. أزيحت المقاعد إلى جوانب الغرفة، وفرشت الأرض ببعض البطانيات. كان «كرسي المخرج» يواجه غرفة الصّف. فرح الطلاب بهذا الترتيب الذي خفّف من أيّ مخاوف تتعلق بالعرض الشفوي القادم وموضوعه القصصي المخيف، وبسبب هذه المفاجأة الجديدة، كانوا منتبهين كما لم يحدث من قبل.

التّجديد؛ أحد أسباب التي تجعل اليوم الأول في المدرسة مثير لأغلب الطلبة. قد تكون المعلمة جديدة، أو الزملاء جددًا، أو السبورة جديدة، أو الكتاب المدرسي جديـدًا، أو أنّ المشهد الذي تطلّ عليه نافذة غرفـة الصّف جديدًا أيضًا. يتولد الحماسـ لدى الطلبـة عندما يكون هنـاك تجديد في عرض المـادّة، أو عندما يسبرون غورها، ويرتبطون بها بطرق إبداعية ملهمة لهم. فإذا استطاع المعلمون توليد هذا الإحساس بالرهبة والدهشة فسينجذب الطلبة نحو الدّرس، وسيرغبون بتعلّم المعلومات بطريقة هادفة.

يبحث الدّمـاغ عن مغزى للمعلومات ليقـوم بترميزها بنجاح. يجب جذب انتباه الطلبة قبل القيام بملاحظة المعلومات الجديدة، وترميزها، وترتيبها ضمن أنماط. إنّ الدّرسـ الذي يتسم بالجدة والفكاهة والمفاجأة يفعّل تركيز الطلبة. ينجـم عن اللجوء إلى هذه الإستراتيجيّات ترميز أكثر نجاحًا للبيانات في دوائر الذّاكرة (كوتستال وآخرون، Koutstaal et al., 1997).

يمكـن أن تشمل هـذه الإستراتيجيّـات التفاعلية- التـي تتضمن التجديد وجـذب الانتباه- المسابقـات، وألعاب التطابق، وتركيب القطـع التي ينتج منها صورة كاملة، واستخدام الملصقات الملونة والرسوم الفكاهية. بعد ذلك، يمكن لهـم تكوين الأنماط بربـط كلّ معلومة بأخرى. يمكن تطبيـق 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 المتمركزة حول الطالب، 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 مكانا أفضل؟ أو: ما ردّ فعل الشّخص الظاهر صورته في المرآة إذا سمع إهانة عنصرية؟. حتى في الصّفوف ذات الأعداد الكبيرة، فإن اعتمادُ إستراتيجيات تربط الطلبة كأفراد بالمادّة بصورة شخصية أمرٌ مهمٌّ للمحافظة على جذب انتباههم وتيقظ أدمغتهم.

المعنى الشّخصي

كما ذكر سابقًا، يجب أن يهتم الطالب بالمعلومة الجديدة من أجل أن تصل إلى الجهاز الحوفيّ بكفاية، ولإنشاء تشابكات عصبيّة جديدة تخزّن في الذّاكرة طويلة المدى. وبتعبير آخر، فإنّ الذّكريات التي لها معنى شخصيّ على الأغلب ستخزّن في الذّاكرة التّرابطيّة، ثمَّ في الذّاكرة طويلة المدى ليتم استرجاعها لاحقًا. إنّ التعلم المتمركز حول الطالب، يمكن أن يؤدي إلى التّفوّق؛ لأن للتعلم معنى شخصيًّا يمكن للطلبة رؤيته، ولديه القدرة على زيادة نجاحهم ومهاراتهم في تحقيق أمر يهمهم.

أدوات للربط. يمكن للتعلم، بل وينبغي، أن يكون ممتعًا عندما يربط الطلبة المعلومات الجديدة بخبراتهم السابقة. إنّه يجعل التعلم ذا علاقة بشخصية الطالب، ويزيد فرص تخزين المعلومات في الذّاكرة العلائقيّة. وفي حال لم يكن لدى الطلبة أيّ ارتباط سابق بالمعلومات الجديدة، يمكن للمعلمين البدء بها مدعمة بمنظم تمهيديّ، أو منظم بياني يمكن للطلاب تعبئته بعد أن يشاركوا في تجربة تعلّم فاعل. بعد ذلك، يستطيع الطلبة ربط المعلومات بهم، من خلال

التفكير بوسائل يمكن لهم بوساطتها توظيف المعلومات الجديدة في هواياتهم ومهنهم المستقبلية.

تنشأ هذه الدّوائر العصبيّة الإيجابيّة نفسها عندما يترافق الدّرس بتجربة إيجابيّة. يمكن أن تكون هذه التّجربة الإيجابيّة نتيجة الإحساس بالإنجاز، وبتفاعلات اجتماعية ممتعة مع المعلمين والزملاء، أو الشكر أو الثناء. هذا الرّبط العاطفيّ قابل للتطبيق بشكل خاص في فترة المراهقة؛ لأنّ أثر المشاعر والهرمونات يتعاظم في المرحلتين؛ الابتدائية والمتوسطة، مما يجعل هذه السنوات فترة مهمة لاستخدام إستراتيجيات تحقق أفضل النتائج لنموّ الطلبة العاطفيّ.

أحد الأمثلة على هذا هو مساعدة الطلبة 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). مثلًا، يمكن تقديم كتاب أدبي جديد بجعل الطلبة يقرؤون الصّفحات القليلة الأولى من الكتاب بأسلوب «الفشار» أو «المقاطعة في أي وقت» (هذا الأسلوب يعني جعل الطلبة يتناوبون القراءة بصوت عال، وبدلًا من التوقف عند نهاية الصّفحة أوالفقرة، يقف القارئ في أي مكان، حتى لو في وسط جملة. هذه التقنية في القراءة تساعد الطلبة 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 الطلبة الموضوعات بشكل إبداعيّ، وبطرق موضوعية

متعـددة التخصصات فإنهم يتعلمون أنماطًا ومهـارات لا حقائق فقط. وعندما تترابط الموضوعات يسهـل تذكّرها، وتصبح الحاجة إلى الحفظ عن ظهر قلب أقـلّ؛ لأنه تمّ تحفيز مستويات أعلى مـن التفكير، ولأنّ عدد الممرات التي يمكن للمعلومات الانتقال من خلالها، من الذّاكرة طويلة المدى وإليها، قد تزايد.

التصـور: عملية أخرى تمكن الطلبة من ربط المادّة بحياتهم الشّخصيّة. بعد أن يقدم المعلم لطلبته نموذجًا يصف فيه تصوره الشّخصيّ لأمر ما، وذلك مثل ما يتصوره المعلم عند التفكير بمنظر شروق الشمس وقت الاعتدال الخريفي في القطـب الشّماليّ (إلى أي الاتجاهات ينظر وفي أي وقت من النهار)، يطلب إلـى الطلبة تصوّر العلم الذي يدرسونه. مثـلا، يتصورون الانفجار الكبير الذي ربما يكون قد وقع عند نشأة الكون.

بعـد إطلاق العنان لخيـال الطلبة، يمكن أن تتفاعـل أدمغتهم بشكل أكبر عندما يضعون تصوراتهم على شكل كلمات، أو رسوم بيانية، أو صور. كما يمكنهم وصـف ما تخيلونه لبعضهـم أو كتابته أو رسمه. وتمامًا كمـا يتصوّر الرياضيون أيّ حركـة قبل تنفيذها، فإنه يتم حثّ الطلبة على تصوّر العمليات البيولوجيّة أو الأحـداث التّاريخيّة في الوقت نفسه الذي يتم شرحها في الصّف. عندما يرسم الطلبة الرسـوم البيانيّة، أو ينشئون النماذج، أو يشركون حواس البصر والسمع واللمس لديهم، أو الحركة في أثناء التعلم، فإنهم ينشئون روابط بين المعلومات الجديـدة والأشياء التي يعرفونها مـن قبل. إنهم بذلك يشركون عدة ممرات في الدّماغ، ويزيدون قدرة الذّاكرة على التخزين والاسترجاع الفاعل.

كلما كانت الصورة المتخيلة أكثر غرابة، زادت القدرة على تذكّرها. ويصبح النّموذج هنـا مهمًّا تبعًا 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 شيئًا من الفكاهة، والإبداع، والمتعة، والاكتفاء الذّاتيّ. يهيئ ذلك كلّه الجهاز الحوفيّ ليقوم بإضافة قوة عند نقل الصورة والمفهوم المتعلق بها إلى الذّاكرة طويلة المدى. وبالإضافة إلى الصّور الذّهنيّة، فإنه يمكن إشراك النّشاط الحركيّ، وبذلك يكون الطالب قد نشّط دائرتين مختلفتين من دوائر الذّاكرة.

عندما كنت أشرح المصطلحات غير المألوفة، استعملت الصّور الذّهنيّة يرافقها رسم على السبورة. ولكن اثنين من هذه المصطلحات كانا دائما يثيران الضحك، وهما اللذان تم تذكّرهما بشكل جيد، إلى درجة أن الطلبة الجدد كانوا يتساءلون عندما يحضرون حصتي متى سيتعلمون عن المضلعات والمعين. كما كان الطلبة السابقون يسألون عن السبب وراء عدم نسيانهم لهذين المصطلحين. لشرح درس المضلعات المفتوحة والمغلقة، أرسم مضلعا مغلقا (polygon؛ بوليغون) وأرسم بداخله عصفورًا (أسميه بولي؛ Polly) ثم أفتح المضلع بمسح أحد أضلاعه، ومن ثَمَّ 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 مستطيلًا، وأخبر الطلبة أنّ سائق باص مبتدئًا كان على الطريق واصطدم بالمستطيل. ثم أرسم المستطيل بعد اصطدام الباص المخطئ به (Wrong Bus) والذي أصبح بعد أن مال –rong bus أو rhombus بعد سماع الهمهمات والضحكات كنت أجعلهم يقفون على شكل مستطيل، ويتخيلون الباص وهو يصطدم بهم، ومن ثم يميلون قليلا ليشكّلوا هيكلًا بشريًّا على شكل معين.

إذا لم يكن لدي ما يكفي من الوقت لتعليم الطلبة المفردات الجديدة فإنّني أمثّلها إيمائيًّا بنفسي، 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 التُقطت عندما طلبت إلى الجميع أن يظهروا لي تعبير مفهوم (العجرفة) بعد أن أخبرتهم أنّ من قام به قد يكون ملكا فظًّا، أو ملكة فظّة، قدّم له الشاي في كأس متسخة بوساطة خادم غير نظيف.

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

مثلًا، يمكن ربط الأحداث التّاريخيّة بالخبرات الشّخصيّة للطالب من خلال تحويلها إلى مآزق أخلاقيّة يواجهها الطلبة اليوم. يمكن أن يعيشوا المأزق الذي واجهه غير اليهود في أثناء محرقة الهولوكوست عندما جازفوا بأنفسهم 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 مرارًا وتكرارًا؟ 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 بالشكل المناسب، لا أقل ولا أكثر

تعدّ اللوزة جزءًا 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 هـذه ظهرت لـدى الطلاب عندما كانـوا يشعرون بالعجز والقلـق. عندما تعاني اللـوزة من زيادة النّشاط الناجم عـن التوتر أو الخوف أو القلق، فإنّ المعلومات الجديـدة القادمة من المستقبـلات الحسّيّة في الدّماغ لا تتمكن من عبور اللوزة لتصل إلى دوائر الذّاكرة.

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

خـلال حالة التوتر هذه، أظهر تصوير الأعصـاب نشاطًا أيضيًّا منخفضًا عند إثارتها. وأظهر الطلبة الذين اختُبروا تحت هذه الظروف قدرة أكبر للذاكرة العاملة، وطلاقة لغوية أفضل، وذاكرة عرضية أفضل لتذكّر الأحداث، وتفكيرًا أكثر مرونة ولّد أفكارًا أكثر إبداعًا لحلّ المشكلات. زد على هذا أنهم أظهروا سلوكات اجتماعيّـة أكثر إيجابيّة، ومن هـذه السلوكات المبـادرةُ الاجتماعيّة، والتركيزُ، والصبرُ وغيرها من الوظائف التّنفيذيّة، ومهارات اتخاذ القرار.

في حين كشفت أبحاث لاحقة أنه في حال تمّ تقديم مثيرات ممتعة ومريحة وتعزيزية فإنه يمكن تهيئة اللوزة أو تحفيزها بشكل معتدل 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 الطلبة، تجعلهم لا يستجيبون لمعالجة المعلومات الجديدة ولا تعلّمها، ولا تخزينها. هذا، يمثّل دليلًا ماديًّا موضوعيًّا 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 حماية الطلبة 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 الطلبة بلغة لا يفهمونها دون استخدام الاستجابة الجسدية الكاملة (بكلّ ما فيها من حركة، وإشارة، وتمثيل إيمائيّ، وغيرها من التقنيات، لإعطائهم المعلومات التي هم بحاجة إليها)، أو تجاهل أسئلتهم دون إخبارهم أنك ستجيب عنها بعد أن تفرغ من شرح نقطة معينة. (في اللحظة التي لا يفهمون فيها جزءًا من عملية معينة، مثل خطوة في عملية حسابيّة، يكون أمرًا مثيرًا للتوتر الاستماعُ لمعلميهم في الشرح في حين هم لا يفهمون تلك الجزئيّة. ولكن، إذا تمت طمأنتهم بأنّ الإجابة عن سؤالهم ستتم قريبًا جدًّا فستقلّ درجة توترهم). بشكل عام، 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، تُغلق الممرات المؤدية إلى أماكن التخزين في الذّاكرة. وعندما يحدث هذا الإغلاق، تُظهر صور المسح نقصًا في النّشاط الأيضيّ في مراكز التفكير وفي الذّاكرة طويلة المدى. وبعبارة أخرى، عندما يحدث هناك إفراط في تحفيز الجهاز الحوفيّ، وخاصة 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 الطلبة، تجعلهم لا يستجيبون لمعالجة المعلومات الجديدة ولا تعلمها ولا تخزينها.

علـى أي حـال، فإنه وبقدر أهميـة تجنب الإفراط في زيـادة نشاط اللوزة فإنـه من المهم أيضًـا توفير تحديات خفيفة إلى معتدلـة لإثارة فضول حقيقيّ، ومشاركـة في الدّرس بشكل تصل فيه اللوزة إلـى المستوى المثالي من التحفيز لزيـادة سرعـة وكفاية تدفـق المعلومات مـن خلالها نحو مناطـق التخزين في الدّماغ. إنّ التوازن الصحيح بين هذه الفرص التوتريّة، والثقافية، وتجسيد فضول الطلبـة واهتمامهم بالدّرس من شأنـه أن يحفزهم للعمل بجد أكثر لفهم المادّة والارتبـاط بها. عندما يصل الطلبة إلى هذه الممرات المفتوحة في الذّاكرة من خـلال الأسئلة التـي يبادرون بطرحها فإنهم يعملون علـى تفعيل درجة أعلى من الوظائف التّنفيذيّة لديهم، وبالممارسة والخبرة والثقة بالنفس، سيجدون أنفسهم طلبة منفتحي العقول. يستطيـع التربويون مساعدة الطلبة على فتح تلك البوابة (اللوزة أو الفلتـر المؤثّر) لاستقبال البيانات الحسيّة. وبمجرد عبور المعلومات اللوزة يمكنها الارتبـاط بالتفسيرات الشّخصيّة التـي يقدمها الطلبة وبالمغزى الـذي حاول المعلم إرشاد طلابه إليه. لدى هـذه الذّكريات فرصة أكبر لأن يتم الاحتفاظ بها لدى بنوك الذّاكرة طويلة المدى.

قيلولة المشابك العصبيّة

يحتـاج كلّ دماغ إلى استراحات دورية، يتم خلالها رفد النواقل العصبيّة، ومعالجـة الوظائف التّنفيذيّة للمـادة الجديدة. إنّ استخـدامَ مصطلح (قيلولة المشابك العصبيّة) (syn-naps)، والذي 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 هـذا التلاعب على مصطلح (syn-naps) يساعد المعلمين على التذكّر بأنّ

الدّماغ لا بدّ أن يرتاح بعد الإطلاق المتكرر للنواقل العصبيّة من النهايات العصبيّة، لكـي يتم ترميم الناقل العصبـيّ من أجل أن يكون متوافـرًا عندما تصل رسالة جديدة عبر دوائر الذّاكرة. أوقات الرّاحة هذه هي استراحات لها القدر نفسه من الأهميـة التي للعناصر الأخرى التي تساعد الذّاكرة على الاحتفاظ بالمعلومات، كعنصر المفاجأة، والحالة التوتريّة الإيجابيّة، والمُدخلات الحسيّة، وغيرها من أنواع الذاكرة التّرابطيّة. هذه «القيلولة» لا تمنع إنهاك دوائر الذّاكرة، ولا تشوشها في أثناء أقصى ظروف التخزين فحسب، بل تساعد أيضا في الحفاظ على حالة توتّر إيجابيّة.

إذا كان الدّرس يحتوي مـادة معقدة، خصوصًـا إذا كان يُقدّم على شكل محاضرة، فإنّ هذه القيلولة يمكن أن تصبح ضرورية بعد فترة قصيرة لا تتعدى 15 دقيقـة. عندما يدخل الطلبة حالة من استنزاف النواقل العصبيّة عند نقاط التشابك العصبيّ فإنهم يتململون، ويصبحون مشتتين وغير قادرين على التركيز. لذلك، من الأفضل إعطاء أدمغة الطلبة راحة قبل أن يحدث هذا الاستنزاف للنواقل العصبيّة وقبل أن يؤثّر التوتر على 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 سريعًا. 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 الأمينيـة: السيروتين والتربتوفان والدوبامين، تنقل المعلومـات عبر المشابك العصبيّة (فجوات مجهريـة بين الخلايا العصبيّـة، حيث لا يمكن للمعلومات الانتقال على شكل نبضات كهربائية كما هـي الحال عند انتقالها في العصب، لا بدّ أن تنتقـل المعلومات عبر المشابك العصبيّة المرتبطة بالناقل العصبيّ الكيميائي تماما كالمسافر الذي يعبر النهر على ظهر قارب).

يتم إطلاق هذه النواقل العصبيّة من جانب واحد من هذه الفجوات المتشابكة، ومن ثم 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 وقتًا أطول، مما يؤدي إلى إحباط الطالب، وإلى ذاكرة أقلّ نجاحًا في تخزين المعلومات.

يُعاد بناء النواقل العصبيّة المُسْتَنْزَفة خلال دقائق إذا أعطيت راحة قبل الانهيار التام، ولكن إعادة البناء ستتطلب وقتًا أطول إذا استُنزفت بشكل كبير. لذا، من الأفضل منع هذا الاستنزاف، بأن يخطّط المعلمون لاستراحات للدّماغ قبل أن يظهر على الطلبة مؤشرات تدلّ على التشتت أو عدم القدرة على الاستيعاب. وإذا تم استباق أوقات الاستنزاف والإرهاق، وأُعطي الطلبة وقتًا للراحة قبل أن يصلوا إلى هذه المرحلة، فإنّ الموضوع الذي يتعلمونه لن يرتبط لديهم، أو يتعزز بشكل سلبي، نتيجة شعورهم بالملل كلما درسوه مجدّدًا.

خلال هذه الاستراحات، تصبح لدى المادّة الجديدة التي يتعلمونها الفرصة لتنتقل من الذّاكرة العاملة، أو الذّاكرة قصيرة المدى، إلى الذّاكرة العلائقيّة (بالرغم من أنها لن تصبح ذاكرة دائمة إلا بمرور الوقت والممارسة). يستطيع الطلبة 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 مناسبًا لاستخدام إستراتيجيات التعزيز المتمركزة حول الطالب؛ واحدة لم تستخدم من قبل في

الدّرس. يُقال إنّنا نصنّف المعلومات تبعًا لأوجه التشابه، ونسترجعها تبعًا لأوجه الاختلاف. وعليه، فإنّ هذه هي الفرصة ليناقش الطلبة أوجه التشابه والاختلاف. وإليك بعض التقنيات:

- ارسم مخطط فِنّ (Venn)[1].
- ولّد صورًا 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 جزءًا من اختبار القبول الموحد في الجامعات الأميركيـة، إلا أنها تبقى وسائل فاعلة ليضع الطلبة تصوراتهم، وبالتالي حدوث التفاعل مع التّعليم والارتباط به بمقارنة أوجه التشابه والاختلاف بين جزءين من المعلومات. بعد القيلولة، يستطيع الطلبة أن يبتكروا تشبيها 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 الطلبة أن يستفيدوا من حالة اليقظة ليعقدوا مقارنات عن طريق الأسئلة التالية: ما أوجه الشبه بين الثورة الأمريكية وضربة كرة البيسبول؟ كيف تشبـه يد الإنسان أجنحة الخفاش؟ كيف يشبـه الأطفالُ الشتلاتِ الجديدةَ التي غرسناهـا؟ كيف يشبه تطوّر الطفرات فـي الكائنات الحية البرنامج التلفزيوني سيرفايفور: (Survivor)[2].

1. صورة تستعمل في نظرية المجموعات، لتبيين العلاقات الرياضية أو المنطقية لمجموعة من الأشياء أو المفاهيم- المحرر.
2. برنامج يدور حول صراع البقاء، والتّرجمة الحرفيّة له هي الناجي؟

يمكـن أن يحدث ارتباط أكبر بالكتـب، أو التقارير التّاريخيّة، أو المقالات التجريبيـة عندما يعقـد الطلبة مقارنات على شكل قصـص شخصية، يبدأ بها الطالب المقال وتنتهي في نهايته. هذه الإستراتيجية، لا تربط الطالب شخصيّا بالموضوع فحسب، بل تعدّ طريقة مقنعة لجذب القرّاء.

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

التّكرار والتقوية

تحافـظ آليات عدة علـى المعلومات المخزّنة، ومن هـذه الآليات التّذكّر، والألفة، والمراجعة. ومع تذكّر المعلومة بشكل صحيح واستخدامها في الوظائف التّنفيذيّة تبقى هناك حاجة إلى مراجعتها بشكل منظم، ولكن على فترات زمنية تطـول تدريجيًّا. هذا التكـرار، وبعـد أول استجابة صحيحة، ينجـم عنه تعزيز للوصـلات العصبيّـة عبر المحاور العصبيّـة، والتّفرّعات فـي الخليّة العصبيّة، والمشابـك العصبيّة. وكلمـا زاد تنشيط الوصلات العصبيّـة بوساطة التحفيز الناتـج عن الممارسة، نمت التّفرّعات في الخليّـة العصبيّة لتقوي الاتصال بين الخلايا العصبيّة.

المادّة الرّماديّة

عند تعلّم أداء حركات معينة (في هذه الحالة تعلّم العزف على البيانو)، كشفت الدراسات التي تمت بوساطـة التّصوير الوظيفي بالرّنين المغناطيسيّ أنه خـلال المراحل التّعليميّة الأولى يُنشّط جزء كبيـر من مناطق السيطرة الحركية في الدّماغ. ومـع تزايد الخبرة، وتطوّر المهارة، تقلّ المناطق

الدّماغيّة التي تُنشّط عند عزف البيانو. تشارك مناطق ضئيلة جدًّا من القشرة الحركية فقط عند العازفين المحترفين في أثناء عزفهم. إنّ الاستنتاج الذي تم التّوصّل إليه أنه عندما أصبحت ممارسة الشبكات العصبيّة أكثر كفاية احتاج الدّماغ إلى عمليات أيض أقلّ للقيام بالعملية نفسها. والنتيجة هي أنّ هناك تحريرًا لطاقة الدّماغ، ومناطق فيه، 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 الكلمة في المحادثة خلال اليوم، سيؤدي إلى تخزين واسترجاع أكثر نجاحًا للمعلومات في الذّاكرة طويلة المدى من مجرد حفظ معنى الكلمة (كوتستال وآخرون، Koutstaal et al., 1997).

ينجم عن هذا التكرار المتنوع للمعلومات دمجُ المعلومات، والذي يتضمن استخدام الإستراتيجيات الأكثر كفاية لاكتساب المعلومات أولًا، ومن ثمّ ممارستها والتّدرّب عليها. إنّ أكثر المعلومات التي سنتذكّرها هي تلك التي تعلمناها بطرق عرض متفاوتة ومتعددة، وتبعها استخدام حقيقيّ للمعرفة عبر معالجتها في مراكز الوظائف التّنفيذيّة. يمكن التّوصّل إلى معالجة المعلومات الجديدة في مراكز الوظائف التّنفيذيّة من خلال الأسئلة المتمركزة حول الطالب، أو الأسئلة ذات الإجابات المتعددة (المفتوحة)، أو من خلال حلّ المشكلات، أو ربط المعلومات الجديدة بمواقف حقيقية من الحياة اليوميّة للطالب.

ستحول هذه الخطوات البيانات الحسية التي تم إشباع الطلبة بها 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 الذّاكرة طويلة المدى.

إستراتيجيات لدعم المادّة التي عُلِّمت في الذّاكرة طويلة المدى

- قـدّم المعلومات عندما يكون الطلاب متفاعليـن وشديدي الإنتباه. مركّزي الانتباه.
- مارس الدّقّـة، والملاحظة المحددة حتى يتعلم الطـلاب المعلومات ضمن سيـاق ذي مغـزى. شجعهم على تكرار المعلومات التـي تريد أن يتذكّروها، مرارًا وتكرارًا حتى في الحوار مثل: أليس من القبح وجود هذا الكمّ من العلكة الملتصقـة بأسفل طاولات بعض المطاعـم؟ بالفعل، والأمر الأكثر قبحًا هو عندما تضطر لتنظيفها.
- استخـدم طرقًا متعـددة الحواس لعرض المعلومات، الأمـر 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 تتمحور حول الطالب للتّعلّم. مثلًا، إذا كانت هناك مادة رياضيات أو مادة علمية لا بدّ للطلاب من إتقانها وفق معايير المنهاج، فإنه يمكن إعطاء الطلبة دافعًا للتّعلّم، بل وحتى حفظ الأساسيات غيبا؛ الجبر، والجغرافيا الهيكلية، وأسس الكيمياء، وعلم الأحياء، والديناميكا الهوائية، وميكانيكا الموج، للوصول إلى هدفهم وهو بناء نموذج لسيارة برمائيّة.
- استخـدم وسائـل الملاحظـة الفاعلة (عنـد العرض المبدئي، كـرّر فرص الملاحظـة مجـدّدًا، مع استمـرار تنفيذ الدّرس) لعمل روابـط شخصيّة، واكتشافات حول المادّة لتعلمها بصورة أفضل.
- كلّف الطلبة باستعمال 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.

- اســأل الطلبة 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 بالنسبة إلى وظائف ذويهم أيضًا؟

وكما يولّد الاهتمام الشّخصيّ بالتعلم والأنشطة الجديدة اهتمامًا بالصورة الكلّيّة للموضوع الجديد، فإنّ تلك التقنيات نافعة لتبلغ التجارب التّعليميّة ذروتها. مثــلا، بعد أن درسنا الحياة اليوميّة للمستعمرين الأمريكيين الأوائل، قمنا بعمل «يوم المستعمــرة»، وتمكن الطلبة من ارتداء ملابــس المستعمرين الأمريكيين، وتحضيــر أطعمــة كانت موجودة أيام هجــرة المستوطنين إلــى أمريكا، وكذلك تعلّم لعبة كانت شائعة في تلك الحقبة، والقيام بدور شخصيّة مشهورة من زمن الاستعمار، أو عرض حرفة أو مهنة سائدة حينذاك. كان باستطاعة الطلبة اختيار طبيعة مشاركتهم في ذلك النّشــاط، واستعمال الوظائف التّنفيذيّة والمعلومات الجديــدة التــي اكتسبوها عن حياة المستوطنين لتقويــم أفضل الطرق لتنفيذه، والتّخطيط له، وتحديد أولوياتهم ضمن جدول زمنيّ من أجل التّحضير له. وكان يجــب أن تكون لديهم معرفــة جيدة حول هذا الموضــوع ليستطيعوا الإجابة عن تساؤلات أقرانهم الصعبة حول الشّخص الذي يؤدّون دوره، أو حول طعام أو نشاط معين في مجتمع المستعمرين آنذاك.

ذروة الأنشطة وتعزيز الذّاكرة

- يقدم الطلبة ملحوظات مستمرة، ويراجعون فرضياتهم مع التّنقيح المستمر لها. (كانت أسس تدريبي العمليّ وممارستي لمهنة الطّبّ ملاحظة المرضى بشكل دقيــق، وافتراض قائمة أوليّــة من التّشخيصات الممكنــة. ثَمَّ أبحث وأدرس وأجمع البيانــات لأنقّح التّشخيص الذي قمت بــه. عندما يستخدم الطلبة محركات البحث الموجودة على الإنترنت، مثل جوجل، فإنهم يقومون فعليًّا بالمراجعة والتنقيح إذ يتخيّرون كلماتهم التي يستخدمونها في البحث

ويصقلونها لاختيار المعلومات المحدّدة التي يحتاجون إليها من بين آلاف المراجع الأولية).

- توجيه الطلبة إلى عقد مقارنة بين أعمالهم وأعمال الخبراء في المجال نفسه.
- تشجيع الطلبة على التّحقّق من الوقائع والتفاصيل، وتحليل آرائهم واستنتاجاتهم.
- استخدام الطلبة المنظمات البيانية والأنشطة، مثل إستراتيجيّة الجداول الذاتية التي يسجلون فيها ما يعرفونه، وما يرغبون بمعرفته، وما الذي تعلموه. عندما يربط الطّالب المعلومات الجديدة بالمعرفة المخزّنة لديه مسبقًا باستخدام إستراتيجيّة الجداول الذاتية السابقة الذكر فسرعان ما يألف المادّة، وبالتالي يتحسن تذكّره لها. على سبيل المثال، بعد دراسة مصطلح «حزام الأمان» فإنّ الطلبة عندما يرون كلمة «حزام» فإنهم على الأرجح سيربطونها بكلمة «الأمان».
- طرح أسئلة تتمحور حول الطّالب، تكون ذات إجابات متعددة، وتثير التفكير الناقد؛ من أجل تعميق إدراكهم. يمكن للمعلم طرح هذه الأسئلة التي لا بدّ أن تكون نابعة من اهتمامات الطلبة الشّخصيّة في المادّة المراد تعلّمها. بعد البدء بعرض أولي شامل للمعلومات التي تنسجم مع اهتمامات الطلبة، سيطرحون أسئلة 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. وهكذا، يتطوّرون تدريجيًّا عبر طرح الأسئلة والأنشطة التي تلخّص المعلومات للتأكد من أنهم قد فهموا الحقائق والإستراتيجيّات اللازمة لاجتياز الامتحانات الموحّدة، ولكي يستفيدوا من هذه المعلومات مستقبلًا لتحقيق مصالحهم.

- يُقوّم الطلبة بأدوات تقويم حقيقيّة. حيث يتم تقويم كيفية استخدامهم المادّة المُكتسبة في حلّ المشكلات واتخاذ القرارات الصائبة، والتفكير الإبداعيّ، وافتراض التّوقّعات، وعقد المقارنات (الاستعارات والتشبيهات) وفي التفكير الناقد.
- استخدام الطلبة إدراك الإدراك والتأمل ليتعلموا من عملية التعلم التي شاركوا فيها، وتطوير مهاراتهم لمراقبة تعلّمهم المستقبليّ.

المادّة الرّماديّة

إن مفهوم ماوراء المعرفة حول الإدراك – معرفة المرء بأفكاره وبالحقائق التي تؤثر على تفكيره وتعلمه– يمكن أن يحسن إلى أقصى حدّ عملية التعلم. وعلى الرغم من المعلومات التي منحنا إياها تصوير الأعصاب ورسم خرائط الدّماغ حول اكتساب المعلومات، فإنّ بعض أفضل الإستراتيجيّات هي تلك التي يتعرفها الطلبة بأنفسهم. لقد أظهرت البحوث أنّ أفضل الطلاب هم الذين يمارسون سلوكات متباينة. بعد درس جرى فيه حثّ الطلبة على تحديد نجاح باهر حققوه من خلال عملية التعلم الذي تلقوه ذلك اليوم، يتعيّن عليهم التركيز على ما فعلوه بصورة صحيحة.

هناك الكثير من الوقت يمضي في مساعدة الطلبة على تصحيح أخطائهم وفهمها. وعندئذٍ، لا يتبقى سوى القليل من الوقت لتعزيز إستراتيجياتهم الناجحة في التعلم. عندما يفكر الطلبة ويكتشفون أنهم في هذا اليوم الناجح أخذوا مزيدًا من الملحوظات، وجلسوا بعيدًا عن زملائهم الذين يشتتون انتباههم، وشاركوا أكثر في النقاش، ورسموا رسومات ذات مغزى، واستمتعوا بلعبة وصل الكلمات، أو قاموا بتنبؤ صحيح– فإنّ إستراتيجيّة إدراك ما وراء المعرفة هذه ستمنحهم أداة سيستخدمونها مجدّدًا. وقد تصبح في نهاية المطاف أحد سلوكات التعلم المميزة التي تزيد قدرة الطلاب وثقتهم بأنفسهم، وتساعدهم على أن يصبحوا متعلّمين مثاليّين.

إنّ الطلبة يستفيدون من فرص متعددة لممارسة عملية إدراك الإدراك التي تجعل من اللاوعي وعيًا. إنّ هذا هو الوقت المناسب كي يختبر الطلبة تجاربهم في التعلم، ويطوروا وعيهم الذّاتيّ. هنا، يمكن استخدام الأسئلة المُعززة، مثل: ما الذي كان صعبًا وما الذي كان سهلًا؟ ما الذي نجح معك، وما الذي كنت ستفعله بشكل مختلف؟ ما الذي تعلمته عن العمل في مجموعة؟ إذا كان أداء الطالب ضعيفًا 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 ناجحًا جدًّا 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، ولأنّ الطلبة سُئلوا أسئلة ذات أجوبة متعددة حول ما وجدوه ممتعًا، وما ذُكِّروا به، وما الذي ما يزالون راغبين بمعرفته- فإنّ الطلبة 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 بالشكل المناسب. وبذلك تصبح دوائر الذّاكرة فاعلة وجاهزة.
4. إطلاق الدوبامين والإدرينالين بكميات مثاليّة.
5. تصل المعلومات عبر دوائر الذّاكرة، وترتبط بالمعلومات المخزّنة سابقًا وبالخبرات الشّخصيّة لتشكّل أكثر من ذاكرة علائقيّة وأنماطًا.

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 قويًّا في تعلّم الطلبة. ولأنّ المعلمين لا يستطيعون التواجد دائمًا لتوفير هذا التّعزيز الخارجيّ، عندها تستطيع التقنية المساعدة.

إنّ بعض الطلبة لا يملكون إمكانية استخدام الإنترنت في المنزل، لكن معظمهم يمكن له استخدامه في مختبرات الحاسوب أو المكتبات في المدرسة. أضف إلى ذلك أنّ الكثير 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 الكثير 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 مثالًا على الكيفية التي تستطيع برامج الحاسوب التّفاعليّة بوساطتها تعزيز تعلّم الطلبة واحتفاظهم بالمعلومة. يدخل الطلبة البرنامج بوساطة معلم، يمكن له بعد ذلك مراقبة الوقت الذي يقضونه، والتّقدّم الذي يحرزونه، وسرعة تعلّمهم. إنّ المعلمين لا يرصدون المفاهيم التي أتقنها الطلبة فحسب، بل يرصدون المفاهيم الموجودة في (ZPD) (منطقة

التنمية القريبة أو الاستعداد لفيجوتسكي) أيضًا. بعد ذلك، تُعرض الموضوعات التي أصبح الطالب على استعداد لتعلّمها على شكل مخطّط دائريّ يقدم مجموعة من الموضوعات الفرعية التي يمكن للطالب الاختيار بينها.

تُعدّ التغذية الراجعة أحد أقوى العوامل المؤثرة على تعلم الطلبة؛ لأنها تقوي الخلايا العصبيّة في الدّماغ. يقوم نظام ALEKS بإعطاء تغذية راجعة إيجابيّة للطلاب، وبالتالي يعيد تقوية دوائر الذّاكرة في الدّماغ. إنّ المكافأة التي يحصلون عليها في هذا النظام أصيلة؛ لأنها تعزّز إنجازاتهم، ولأنها مرتبطة ارتباطًا مباشرًا مع التعلم الذي قاموا به للتوّ، أو الذي تعلموه في دروس سابقة تم اختبارهم بها وفق تقويم دوريّ. في نظام ALEKS، تتوافر التغذية الراجعة للطلبة والمعلمين في أيّ وقت، وفي كلّ درس جديد يبدأ بمراجعة المادّة التي تعلمها الطّالب من قبل.

إنّ برامج الحاسوب المصمّمة جيدًا يمكنها تعزيز روابط الذّاكرة وممرات الوصول، والاحتفاظ بالمادّة التي تعلمها الطلبة 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. بعض أنظمة الحاسوب تعمل، فقط، على تقدير ما تذكّره الطالب من المعلومات التي تعلّمها بعد آخر تقويم. إنّ هذه الأنظمة لا تعالج بشكل مناسب أنظمة الاسترجاع في الذّاكرة طويلة المدى. إذا نسي الطالب أشياء تعلّمها سابقًا في المساق 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

الطالـب للتقدم، وتجعل هذا التقويمات شاملة وفي متناول المعلمين ليمكن لهم مراجعتها.

عندما يغادر الطلبة غرفة الصّف

تخصّص أغلبُ المجلات واسعة الانتشار وكتب التعلم الذّاتيّ صفحاتٍ لنظريات حول أثر كلّ من النّظام الغذائيّ، وممارسة التّمارين الرّياضيّة، وأسلوب الحياة، على الصّحّة الجيّدة. من الصعب تحديد مدى أثر هذه العوامل واتخاذ قرارات علمية بصددها. لحسن الحظّ، قدّم لنا تصوير الأعصاب دليلًا ثابتًا بالتجارب حول بعض هذه العوامل، خاصة تأثير النّوم على 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 تمامًا كي يتدرب على المعلومات التي تعلّمها حديثًا ويكرّرها. أحيانا، يكون ذلك على شكل أحلام. ولأنّ النّوم هو الوقت الذي لا ينشغل الدّماغ فيه كثيرًا بالمُدخلات الحسية التي تتدفّق عليه طوال اليوم، فإنه يستطيع تكريس جزء أكبر من طاقته (عملية الأيض) لتنظيم أنواع الذّاكرة التي تشكّلت 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 شكل استهلاك متزايد للأكسجين بعد 24 ساعة من تخزين المعلومات. تبعًا لذلك، يُعتقد أنّ المعلومات التي تبقى بعد مرور يوم واحد تكون قد تمكنت من الدخول بنجاح في عملية الدمج مع المسالك العصبيّة، والتّفرّعات في الخليّة العصبيّة الجديدة، والمشابك العصبيّة.

تنمـو الرّوابط بين الخلايـا العصبيّة عندما تُخزَّن المعلومات بوساطـة نموّ وتداخل عدد أكبر من الخلايـا العصبيّة الدقيقة من العمود الفقري. تتطلب هذه الخلايا وقتًا للنموّ، وهذا لا يحتاج فقط إلـى قيلولة قصيرة للدّمـاغ (إراحة الدّماغ)، حيث يتم تجديد النواقل العصبيّة مثل الدوبامين، بل إلى النّوم أيضًا. خلال النّوم، تحدث أعلى نسبة من إعادة تجميع المواد الكيميائية العصبيّة اللازمة لتحفيز نموّ التّفرّعات في الخليّة العصبيّة.

تبلغ قدرة التّخزين في الدّماغ ذروتها خلال أطول فترة 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، تصبح مخزّنة بشكل دائم في الذّاكرة.

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

ينشط هرمون النّموّ بشكل خاص في أثناء النّوم، وهو ذات الوقت الذي يحفّز فيه بروتين النيوتروفين (عامـل نموّ الأعصاب) عمليـةَ نموّ التّفرّعات في الخليّة العصبيّة. أيضًـا، 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 النّوم من 6 إلى 8 ساعات يمكن أن يزيد قوة الذّاكرة والتيقظ بنسبة 25% (فرانك، إسا وسترايكر، Frank, Issa, & Stryker, 2001).

يساعد النّوم الدّماغ على دمج المعارف والخبرات الجديدة وتوطيدها في الذّاكـرة. لقد أكّدت الأبحاث حول النّوم صحة مـا اكتشفه الطلبة بأنفسهم من خلال عاداتهم الدّراسيّة؛ حيث لاحظوا أنّ من الأفضل مراجعة ملحوظاتهم وهم متيقظين بدلًا من مراجعتها قبل النّوم. تقترح الدراسات أنه في حال راجع الطلبة دروسهـم بشكل 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.

حتـى لـو عوّضـ الطلبـة الذيـن حُرمـوا مـن النـوم ساعـات نومهـم لاحقًـا، فـإنّ أداءهـم فـي الامتحانات حول مـا تعلمـوه حديثا سـوف ينخفض (ستيكجولد، Stickgold, 2000). كشفت دراسة أجريت على طلاب حصلوا على علامات منخفضة (70 وما دون) أنّ هؤلاء الطلبة ناموا 25 دقيقة أقلّ من الطلبة الذيـن حصلـوا على علامات مرتفعـة (80 وأكثر)، وأنّ الطلبـة ذوي العلامات المنخفضـة كانوا يتأخرون في الخلـود إلى النوم أيام المدرسة 40 دقيقة تقريبًا مقارنـة بالوقت الـذي كان ينام فيه الذيـن حصلوا على علامـات مرتفعة. وأنّ المراهقين الذين ناموا أقلّ من 7 ساعات أظهروا زيادة في النعاس، والاكتئاب، والمشاكل السّلوكيّة خلال النهار (ولفسون، Wolfson, 1998).

في عام 2004، ألغت جامعة ديوك الحصص التي تبدأ في الثامنة صباحًا كلّها؛ لأنّ الطلبة 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 حول ما عليهم أكله، والزّمن الذي يحتاجون إليه في النّوم.

المستقبل

عندمـا تُطبّق أبحاث الدّماغ المتعلقة بالذّاكرة والاحتفاظ بالمعلومات في الغرف الصّفية، فإنّ هذا لن يدفع عملية التعلم للمضي قدما فحسب، بل سيسمح للتربوييـن بتفعيل عقول طلابهم وجعلها أكثر حيوية. مع استمرار هذه الأبحاث، يصبح الأمـر بيد الخبراء ليطوروا ويستخدموا إستراتيجيات جديدة تستند إلى

البحـوث القائمة على الدّماغ مع الطلبة. مواجهة هذا التحدي ستكون أمرًا رائعًا ومثيرًا.