الفصل العاشر

جسور بين منهجَي المعلوماتية والرياضيات الجديدَين

إيمان أسطة*

ملخص: تستقي هذه الورقة موضوعها من الرؤى التربوية الداعية إلى التنسيق بين مختلف مجالات المعرفة المدرسية وتحقيق الترابط بينها. وهي تتناول بشكل خاص منهجَي مادّتي الرياضيات والمعلوماتية، في محاولة لتلمُّس الروابط بينهما. أما الهدف، فهو تسليط الضوء على المفاهيم والعمليات التي تتقاطع عند مفترق المادّتين، وتحويل هذا "المفترق" إلى "ملتقى"، تتحقق عنده الفائدة في الاتجاهَين. وتميّز الورقة جسرا كبيرا يربط بين المادتَين هو محيط لغة البرمجة لوغو، فتحلل طبيعة الروابط التي يوفّرها في الأهداف والمحتوى والطرائق. وتقترح الورقة جسورا أخرى وتقدّم أمثلة لمواقف تعلّمية في مادة الرياضيات تستخدم الجداول الإلكترونية، وهي أدوات مُدرَجة ضمن منهج المعلوماتية.

مقدمة

مرّ أكثر من عام على وضع المناهج الجديدة قيد التطبيق في المدارس اللبنانية، وذلك للسنة الأولى من كل من حلقات التعليم الأساسي الثلاث، ومن المرحلة الثانوية. وقد شهدت السنة الدراسية ١٩٩٨-١٩٩٩، إلى جانب التطبيق المتفاوت للمناهج الجديدة بأهدافها ومحتواها وطرائقها، ظهور باكورة الكتب المدرسية التي أصدرها المركز التربوي للبحوث والإنماء للسنوات الدراسية المذكورة. ويُفترَض بهذه الكتب أن

* أستاذة مساعدة في تعليمية الرياضيات، الجامعة اللبنانية الأميركية.

تعكس، إلى جانب أهداف المناهج وعناوينها، الصادرة بموجب المرسوم رقم ١٠٢٢٧[1]، الفلسفة التربوية المعتمَدة في المناهج الجديدة. فماذا عن العلاقات والروابط بين المواد المنهجية المختلفة؟ وهل يمكن لنا أن نستشفّ من النصوص الرسمية للمناهج، أو من الكتب المدرسية التي تجسّدها، ما يربط مادّتين دراسيّتين اثنتين أو يدمج بعض موضوعاتهما أو يحقق تكاملاً فيما بينهما؟

تستقي ورقتنا هذه موضوعها من الرؤى التربوية الداعية إلى التنسيق بين مختلف مجالات المعرفة المدرسية وتحقيق الترابط بينها. ومن المعروف أن هذه الرؤى تتراوح ضمن مروحة واسعة من درجات الترابط: من دعوة إلى تنسيق زمني بين الموضوعات المشتركة أو المتقاربة من مقرَّر مادّتين أو أكثر، إلى مناداة بالدمج الكلّيّ للمواد الدراسية عموماً أو المتقاربة منها على الأقل، مروراً بأنشطة أو مَحاور تربط بين معارف متعددة ومتفاوتة الانتماء المدرسيّ، فتصهرها في مواقف تعلّمية تؤمّن الاستفادة المتبادلة فيما بينها، وتحفز عمليات الانتقال أو التفاعل بين مفاهيمها.

ضمن هذا الإطار النظري، نتناول بشكل خاص منهجَي مادّتَي الرياضيات والمعلوماتية، في محاولة لتلمُّس الروابط بينهما، المحققة منها عمداً أو مصادفةً، والممكنة بناءً أو تطويراً. أما الهدف، فهو تسليط الضوء على المفاهيم والعمليات التي تتقاطع عند مفترق المادّتين، ومحاولة تحويل هذا "المفترق" إلى "ملتقى"، تتحقق الفائدة عنده في تعليم وتعلّم المادّتين معاً.

وتبدأ هذه الورقة بتَلمُّس بعض ملامح الجديد في منهج كل من الرياضيات والمعلوماتية، والتأثيرات المتبادَلة التي يُفتَرَض أن تكون

---

[1] الجمهورية اللبنانية، وزارة التربية الوطنية والشباب والرياضة، المركز التربوي للبحوث والإنماء: **مناهج التعليم العام وأهدافها**، المرسوم رقم ١٠٢٢٧، ١٩٩٧.

بينهما؛ ثم تبحث في الروابط الموجودة فعلاً بين المادتين، من حيث الأهداف والمضامين والطرائق، من خلال دراسة المنشورات الصادرة عن المركز التربوي للبحوث والإنماء في هذا المجال، وكذلك في الروابط الممكنة على ضوء توافر أدوات معرفية مشتَرَكة في كل من المادتين، قد تسهم في تعلُّم أكثر كليّة وشمولية. وتَخلص الورقة إلى طرح أسئلة ختامية تحتضن في داخلها دعوة ومقترحات، في سبيل تحقيق مزيد من التفاعل بين المادتَين.

عسى أن تقدّم هذه الورقة مساهمة إيجابية في ترشيد عملية إعادة النظر في المناهج المخطَّط لها مع انتهاء المرحلة الانتقالية.

أولا: بعض ملامح الجديد

مما لا شك فيه أن المناهج الجديدة قد أتت بكثير من الجديد، وساهمت في تغيير الكثير من الرؤى والأفكار حول التربية عند العاملين في الحقل التربوي، وعند سواد المجتمع اللبناني كذلك، بعد سكون دام عقوداً ثلاثة.

ولعلّ من جيّد جديدها أنها قررت مادة المعلوماتية مادة نظامية، من أهدافها نشر معرفة تكنولوجية وتطوير مهارات غدت ضرورية في هذا العصر. إلا أننا نرى في طريقة تنظيم هذه المادة ضمن الهيكلية العامة، مترافقة مع غياب استعمال الكمبيوتر في المواد الباقية، خطراً ينذِر بفهم خاطئ للكمبيوتر كأداة. ويكمن هذا الخطر في حصر الكمبيوتر بمادة واحدة، وعدم إطلاقه أداةً في مواد أخرى، إذ يجعل منه المنهج موضوعاً يدرَّس كأي موضوع آخر، بمعزل عن غيره من المواضيع، وبمعزل عن حياة التلاميذ كذلك وعن أنماط تفكيرهم أو بناء معرفتهم في مختلف المجالات.

ومما يبعث على التساؤل والدهشة أن النصوص العامة التمهيدية للمناهج توحي بدور منتظر للكمبيوتر لا يتوافق مع هذا العزل. فتَحتَ عنوان "الأهداف العامة لكل مرحلة"، وبالتحديد تحت أهداف "المرحلة المتوسطة"، نقرأ :

" استكمال[؟] التكنولوجيا والتآلف معها[٢]، لا سيّما الكمبيوتر، كوسيلة تعليمية وبرنامج للمعالجة ومصدر للمعلومات "[٣]. يَعتَبر هذا الهدف أن صفة الوسيلة التعليمية هي أوّل الأدوار المرتَجاة للكمبيوتر ضمن المناهج الجديدة. إلا أننا نجد أن أيّة مادة من المواد التعليمية لم تتبنَّ هذا الخيار بشكل واضح، أو تدرج ضمن أنشطتها هامشاً له. فأين تكمن الحلقة المفقودة بين الأهداف العامة وأهداف المواد ؟ وإذا كانت الهيكلية الجديدة للتعليم في لبنان[٤] تحاول "تكوين المواطن المدرك أهمية التكنولوجيا والقادر على استخدامها وتطويرها والتفاعل معها بشكل واع ومتقن"، الأمر الذي تؤكده أيضاً نصوص المناهج العامة[٥]، فإن هدفاً كهذا لا يتحقق بمادة يُحصَر فيها الكمبيوتر ولا يُطلَق من قُمقُمه ليكون أداةً مساعِدة في تعليم المواد الأخرى وتعلُّمها.

أما عن منهج الرياضيات الجديد، فمن محاسنه أنه رفع الحظر عن الآلة الحاسبة وطرَح إمكانية استخدام الكمبيوتر:"إن إدخال الآلة الحاسبة، وإمكانية استخدام الكمبيوتر، هما من المستجدات التكنولوجية ذات النفع العميم في مجال الإعداد"[٦]. إلا أنه من المُلاحَظ أن هذا الطرح عام جداً إذ يتحدث في المُطلق عن "النفع العميم" للمستجدات

---

[٢] الأرجح أن في الأمر خطأ مطبعيا وَرد في نص المناهج، والصحيح فيها "استعمال".

[٣] الجمهورية اللبنانية، وزارة التربية الوطنية والشباب والرياضة، المركز التربوي للبحوث والإنماء: ١٩٩٧، المرجع المذكور، ٦.

[٤] الجمهورية اللبنانية، وزارة التربية الوطنية والشباب والرياضة، المركز التربوي للبحوث والإنماء: **الهيكلية الجديدة للتعليم في لبنان**، ١٩٩٥، ٣٦.

[٥] الجمهورية اللبنانية، وزارة التربية الوطنية والشباب والرياضة، المركز التربوي للبحوث والإنماء: ١٩٩٧، المرجع المذكور، ٤.

[٦] المرجع نفسه، ٢٠٤.

التكنولوجية، وخجول جداً إذ يتحدث عن "إمكانية استخدام الكمبيوتر" وكأنه يرفع المسؤولية عن نفسه ويلقيها على من يشاء ذلك. وهو في عموميته وفي خجله لم يقدّم ما يسمح باستشفاف رؤية واضحة لطبيعة الدور الذي يبتغيه للحاسبة أو للكمبيوتر أو لهما معاً في تعلّم الرياضيات. وقد تكون لكل منهما وظائف وأدوار مختلفة في مواقف تعليمية مختلفة، قد تتناقض فيما بينها أحياناً، بل وقد تتناقض مع فلسفة المنهج العامة أحياناً أُخَر، إذا لم يتمّ تحديدها مسبقاً بصورة إجمالية. وقد بيّن الكثير من مشاريع التطوير في تعليم الرياضيات ومن الدراسات حوله في العالم أن الدور الذي يمكن للحاسبة أو للكمبيوتر أن يلعباه في هذا المجال يتخطى بكثير مجرد التعريف بمجموعة الأزرار التي يجب الضغط عليها لإنجاز عملية حسابية معيّنة، كما نرى في الكتب المدرسية[٧]. ونجد في كتاب السنة الرابعة من التعليم الأساسي[٨] مثالاً على غياب رؤية محدّدة واضحة لدور الحاسبة في تعلّم الرياضيات. فإلى جانب الأنشطة التي تهدف إلى تعليم التلميذ كيفية استعمال حاسِبته[٩]، نجد أنشطة مفيدة وملائمة للفلسفة البنائية التي اعتمدتها المناهج[١٠]، كما نجد أيضاً أنشطة مُدرجة ضمن الدرس وفي صلبه، تحت عناوين توحي بأنها أهداف تعلّمية، وهي لا تحقق أي هدف، لا على مستوى تعلّم الرياضيات ولا على مستوى تعلّم استعمال الآلة الحاسبة[١١]. بل إن وجودها في هذين

---

٧ NCERD: "Building up Mathematics, Grade 7, Basic Education, NCERD National Textbook", 1998 B, 17, and NCERD: "Building up Mathematics, First Year, Secondary Educatin, NCERD National Textbook", 1998 C, 39-40.

٨ NCERD: "Building up Mathematics, Grade 4, Basic Education, NCERD National Textbook", 1998 A.

٩ Ibid., 20-21.

١٠ الأنشطة ٣-٥ في: Ibid., 22-23.

١١ النشاطان ٦-٧ في: Ibid., 23-24.

النشاطين الأخيرين يشتت تفكير المتعلم ويوجهه اتجاهات تبعده عن الهدف المرتجى. أما النشاط الثامن[١٢]، فهو يقحم الآلة الحاسبة حيث يجب ألا تكون. فالتمارين المعطاة للحل "باستعمال الآلة الحاسبة" كما تحدد التعليمات هي من نمط التمارين التي يجب أن نشجع التلاميذ على حلها ذهنيا، فاستعمال الآلة الحاسبة يترافق حكما مع التشديد على تنمية القدرة على الحساب الذهني.

على الرغم من كل ذلك، فإن مجرد طرح إمكانية استعمال هاتين الأداتين، بعد حظر بين للحاسبة وغياب كلي للكمبيوتر داما عقودا ثلاثة، قد يشكل بداية لإطلاق التفكير بالدور المرجو لهما في أوساط العاملين في تعليم الرياضيات والمعنيين به، كما أنه يفتح المجال للمبادرات المتفرقة التي بدأت فعلا في الكثير من المدارس، الأمر الذي يؤدي إلى تراكم الخبرات في هذا المجال.

ثانيا: تأثيرات متبادلة

لعل ما جاء في مقدمة مناهج الرياضيات[١٣]، تحت عنوان "إعادة سبك المحتوى"، يوضح وجهة النظر التي يحدد منهج الرياضيات من خلالها علاقته بالمعلوماتية كمادة معرفية وبالكمبيوتر كأداة : "إن التقدم الحثيث للعلوم والتكنولوجيا قد ترك أثرا عميقا في المجتمع الحديث، حتى صرنا نتكلم اليوم على عصر المعلوماتية، كما كنا نتكلم على العصر الصناعي منذ ربع قرن؛ والعالم بأسره مجمع على أن هذا التطور ما كان ليتم لولا الأداة الرياضية، التي أتاح استعمالها استبدال الوصف النوعي للواقع بالبيان الكمي والنماذج العملانية".

---

١٢ Ibid., 24.

١٣ الجمهورية اللبنانية، وزارة التربية الوطنية والشباب والرياضة، المركز التربوي للبحوث والإنماء: ١٩٩٧، المرجع المذكور، ٢٠٤.

يعبّر هذا النص عن حقيقة لا ريب فيها، وهي تتعلق بالأثر الأكيد للرياضيات في تطوّر المعلوماتية وأجهزتها، المادية منها والمنطقية. ولكن هنا ينبغي طرح السؤال : هل هذه العلاقة وحيدة الجانب والاتجاه ؟ وماذا عن تأثير الأداة الإلكترونية على الرياضيات ؟ ألا توفر سرعةُ عملها وقدراتها الحسابية والبيانية الهائلة إمكانيات كبيرة لأبحاث في الرياضيات لم تكن ممكنة في السابق ؟ بل وماذا عن تأثيرها في الرياضيات المدرسية وفي تعليمها وتعلّمها ؟ وهل يستوي منهجٌ للرياضيات يقرّر استعمال الكمبيوتر أداةً مع منهج لا يتّخذ مثل هذا القرار بشكل واضح ومدروس ؟

إن الكمبيوتر إذا دخل على تعليم مادة الرياضيات، أدى دخوله إلى تغيير في طبيعة الموضوعات الرياضية التي ندرّسها وفي الطريقة التي ندرّسها بها. فالرياضيات مجال معرفة وبناء فكر وتكوين مفاهيم. وقد تتغيّر طبيعة المفاهيم التي نكوّنها يتغيُّر الأداة التي نستعملها. فمعلمو الرياضيات يعلمون، مثلاً، أن مسائل الإنشاء construction problems التي تمنع على التلميذ استعمال المسطرة المرقمة والمنقلة protractor ولا تسمح إلا بالفرجار compasses والمسطرة غير المرقمة straight-edge لإنشاء رسم هندسي بمواصفات وخصائص معيّنة، تتطلّب منه استعمال معارف واستراتيجيات تفكير مختلفة تماماً عما لو كان يستعمل تلك الأدوات الممنوعة عنه.

فإذا كان الأمر كذلك من أثر حضور أو غياب أداة بسيطة كالمسطرة المرقمة، فكيف يكون إذاً أثر حضور الكمبيوتر أو غيابه ؟

إن قراراً باستعمال الكمبيوتر يتطلّب كَسر القوالب المعتادة في الرياضيات وتعليمها، واعتماد ذهنية جديدة وعادات عمل وتفكير مختلفة عما سبق؛ وإلا كان مَثَلُنا كمَثَل رجل من أجدادنا القدماء وجد قلماً فأحسّ أن هذه الاداة قد تساعده في الكتابة، وبدأ يحاول. وبعد أيام التقى صاحباً

لـه يضـرب بقُدّوم على إزميل، بقصد الكتابة على لوح حجري. فبادره بقوله : "لقد وجدت أداة جديدة تدعى قلم الرصاص. وقد جرّبته وأعتقد أنـه قد يساعدنا كثيراً في الكتابة، لولا مشكلة واحدة، إذ كلما ضربت عليه بالقدّوم انكسر".

هـذه الأقصوصـة تعبّر فعلاً عن مواقف قد تُستخدَم فيهـا أدوات جديدة للتعليم، دون تغيير فـي روحيّة نظرتنا إلى المواد التي ندرّسها أو فـي طرائق تعليمها. إن التغيير الذي يجب أن يحصل في هذه الحال هو تغيير ثقـافي، يطـال الأسـاليب وأنمـاط الـتفكير ومقاربـة المعـرفة، ولا ينحصـر فـي تغييـر مواقـف جـزئية مـتفرقة. مـثل هـذه الـنظرة الكـلّيّة والتكاملية هـي الـتي وجّهت وضـع "المعايير" الأميركية[١٤] التي لا يخفى تأثـر مناهجـنا بهـا، لا سـيّما فـي نصـوص أهدافهـا العامـة (الاسـتدلال الرياضـي وحل المسائل والتواصل الرياضي وربط الرياضيات بالتطور التقـني وبـالواقع المعـاش للمتعـلم، إلـخ...). وتقـدّم "المعاييـر" الأسـباب الكامـنة خـلف الـتغيير العميـق فـي معـالم الرياضـيات المدرسـية الـتي تطـرحها، فتعزو جانباً كبيراً منه إلى الكمبيوتر والحاسبة، إذ نقرأ فـي مقدمتها الهدف الذي تتبناه، وهو يتمثّل في مهمّتين : "الأولى خلق رؤية جديدة متجانسة للمعرفة الرياضية الأساسية التي يجب أن يتمتّع بها المرء فـي عالم يعتمد على استعمال الحاسبات وأجهزة الكمبيوتر لتنفيذ العمليات الرياضية، من جهـة، وتتطور فيـه الرياضيات بسرعة ويتزايد تطبيقاتها فـي حقـول مختـلفة، مـن جهـة أخـرى. أمـا المهمـة الـثانية، فهـي وضـع مجموعة من المعايير لتوجيه مراجعة شاملة لمنهج الرياضيات المدرسية وتقييمهـا ضـمن هـذه الـرؤية". فالفرضـية الأساسـية فـي "المعاييـر" هـي استخدام الكمبيوتر وسيلة تعلّمية وتعليمية تطـال كـامل أجـزاء المـنهج وأوجُهه. وهذه الفرضية هي التي أدت إلى تلك الأهداف.

---

١٤ NCTM: **Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics**, 1989.

ما هي الآليات التي يمكن من خلالها بناء جسور بين مادتَي الرياضيات والمعلوماتية، بحيث تتحقق الفائدة في المادتَين ؟ واقع الحال أن التخطيط العام للمناهج، وعلى الرغم من أنه طرح استعمال الكمبيوتر كأداة تعليمية، إلا أنه لم يوجِد آليات لتنفيذ ذلك. فلا تعليمات ولا توجيهات بهذا الخصوص للّجان التي وضعت مناهج المواد وكتبها المدرسية، ولا اجتماعات تنسيق بينها وبين اللجنة المختصّة بقضايا الكمبيوتر ومنهج المعلوماتية، ولا وثائق ولا كتب ولا أدلة تربوية تساعد المعلمين في مختلف المواد وفي مادة الرياضيات بشكل خاص على الاستفادة في مادتهم مما يتعلمه تلاميذهم في مادة المعلوماتية. ولذلك نرى أن المواد التي وُضِعَت تشبه جزراً هي على الأقل منفصلة، قد تتوازى بعض شطآنها بمحض الصدفة، وقد تتعارض بعض شطآنها الأخرى.

ما الذي سوف يتغير خلال سنوات قليلة من الآن ؟ من المفترض أن يكون في كل مدرسة مختبر للكمبيوتر، وإن لم يتحقق ذلك فعلياً وفي كل المدارس حتى الآن. إلا أنه حُكماً على طريق التحقيق، فالكمبيوتر أصبح أداة لا يمكن الاستغناء عنها، على الأقل في مادة دراسية مقررة هي مادة المعلوماتية. من المفترض أيضاً أن التلاميذ، من بداية المرحلة المتوسطة وحتى نهاية دراستهم قبل الجامعية سوف يزورون أسبوعياً مختبر الكمبيوتر، يتعلمون مادة المعلوماتية عملياً، ويتعلمون البرمجة، ويستخدمون البرمجيات المختلفة. تلاميذنا إذن لن يعودوا هم ذاتهم خلال بضع سنوات قادمة. وسوف يتعاطى معلّم الرياضيات مع تلاميذ يختبرون أسبوعياً مفاهيم ومهارات ومواقف تعلّمية فيها الكثير من المفاهيم الرياضية، ومن العمليات العقلية التي تتطلّبها الرياضيات وتنمّيها. أليس من أضعف الإيمان في هذه الحال أن يعرف هؤلاء المعلمون ما يوجد في منهج مادة المعلوماتية، مما له علاقة عضوية ووثيقة بما يدرّسونه في صفوفهم ؟ بل إن الأمر يتعدى ذلك. فالتنسيق بين المادتين يحقق الفائدة في اتجاهَين : إذ يحقز استحداث مادة المعلوماتية

وتوفر الكمبيوتر استعمال هذه الأداة لتعلم الرياضيات، ضمن محيطات ديناميكية تسهم في تحقيق طرائق التعلم الناشط والاستكشاف وحل المسائل التي تعتمدها المناهج الجديدة، من جهة، كما يمكن الاستعانة في مادة المعلوماتية بمسائل ومواقف تعلمية مستقاة من مادة الرياضيات، بحيث تضفي معنى وقيمة تطبيقية على المعلوماتية.

ثالثاً: الجسر الكبير السالك

من نظرة سريعة إلى كتاب المعلوماتية ودليلها التربوي للصف السابع من التعليم الأساسي، يتبيّن الجسر الكبير الذي يربط هذه المادة بالرياضيات، عبر القسم المتعلق بالبرمجة؛ كما يتبيّن كذلك أن بناء هذا الجسر كان متعمّداً ومدروساً، وأنه لم يأت بمحض الصدفة. فمن مقدمة الدليل التربوي[١٥] نقرأ: "هناك وجه آخر للمقاربة التربوية المعتمدة عمداً في هذه الوحدة، وهو الارتباط الوثيق والتنسيق اليقظ مع منهج الرياضيات (حساب وجبر وهندسة خاصة). فقد بُنيت التمارين المطروحة بشكل متوافق مع الخلفية المعرفية الرياضية لدى تلامذة هذا الصف. وقد اختيرت المسائل، إما باستعمال المعرفة الرياضية المكتسَبة سابقاً أو بتكوين تلك التي ستُكتسب خلال العام الحالي، وبطريقة تساعد على تنمية بذور المعرفة الرياضية المقبلة، بحيث يتأهل التلميذ لفهمها أو لتطويرها فيما بعد". إذن، كانت هناك قصدية واضحة في محاولة بناء جسر ترابط مع الرياضيات، بهدف تحسين الإنتاجية في المادتين معاً.

ولعلّ قرار اختيار لغة البرمجة لوغو بحد ذاته يشكل وضع حجر الأساس لهذا الجسر، إذ ينسجم محيط لوغو مع الفلسفة التربوية والطريقة البنائية التي اعتمدتها المناهج الجديدة بشكل عام، ومنهج الرياضيات بشكل خاص. فلوغو يقدّم للمتعلم بيئة تحفز لديه الاستكشاف والمغامرة

---

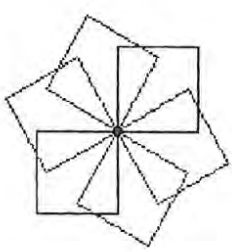
[١٥] المركز التربوي للبحوث والإنماء: "المعلوماتية، الدليل التربوي، التعليم الأساسي، السنة السابعة، الكتاب المدرسي الوطني"، ١٩٩٨.

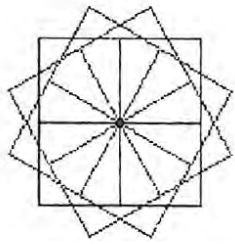
والإبداع، وتجعله المركز الناشط للعملية التعليمية، لا مجرد متلقٍّ للمعارف. في هذه البيئة الاستكشافية، يغدو الخطأ وسيلة تعلم ناشط ينتج عن إعادة النظر في الإجراءات المستعمَلة وعن محاولة تقويمها، فيأخذ بذلك دوراً إيجابياً، خلافاً لما كان عليه في التعليم حيث كان يُعتَبر ظاهرة سيئة يجدر تجنبها.

ونستشفّ من النص الذي أوردناه سابقاً، من مقدمة الدليل التربوي، دورَين للوغو : دوراً تطبيقياً يحوّل المعارف والمفاهيم المُكتَسَبة في الرياضيات إلى أدوات يتمّ تطبيقها، وبالتالي تعزيزها، في مواقف جديدة، ودوراً تكوينياً يحضّر الأرضية الذهنية الصالحة لمعارف ومفاهيم قادمة، إذ يبنيها على مستوى الحدس في مواقف تسهّل فهمها وتجريدها لاحقاً.

على سبيل المثال، يطرح كتاب المعلوماتية موضوع العمليات الحسابية الأربع وأسبقياتها في الصف السابع الأساسي. ويُدرج منهج مادة الرياضيات هذا الموضوع في الصف السادس الأساسي. بذلك يكون التعرض له في مادة المعلوماتية فرصة لاستعماله في سياق جديد، الأمر الذي يعزّز معرفته ويجعلها أكثر قابلية للنقل إلى مواقف جديدة. ونرى في هذا مثالاً على الدور التطبيقي للوغو. أما عن الدور التكويني، فنرى مثالاً له في موضوع المتغيرات variables . فمنهج المعلوماتية يعرض له في السنة الثامنة من التعليم الأساسي. وتشكّل عملية تنفيذ الإجراءات procedures مع متغيرات وطريقة كتابتها في تلك السنة الدراسية من مادة المعلوماتية تحضيراً جيداً وفعّالاً لمفهوم المَعامل function الذي يأتي لاحقاً في مادة الرياضيات.

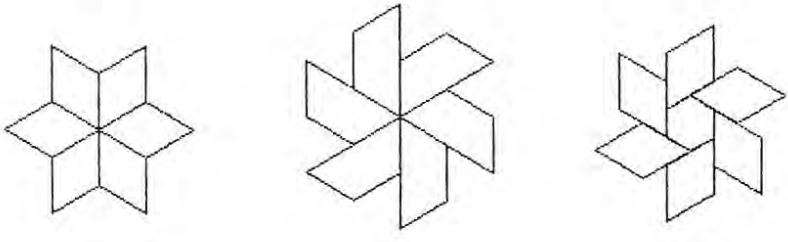
هذه الأمثلة تتعلق بالجبر. إلا أن الرابط الأساسي بين لوغو والرياضيات يكمن في الهندسة. فهو يقدّم محيطاً ديناميكياً يعتمد على وجود سلحفاة صغيرة، يحرّكها التلميذ بواسطة تعليمات بسيطة فترسم





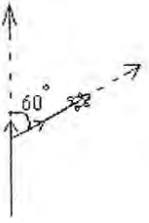
أشكالاً هندسية خلال تحركها. للانطلاق بلغة البرمجة هذه، يكفي أن يعرف الولد تعليمتين اثنتين: تقدَّم Forward (FD)، ، ويمين Right (RT) ، وتُعطى في الحالة الأولى المسافة التي يجب أن تتقدّمها السلحفاة إلى الأمام، وتُعطى في الحالة الثانية قيمة الزاوية التي يجب أن تدورها السلحفاة إلى اليمين. وبواسطة هاتين التعليميتين يمكن بناء رسوم هندسية عدة تعتمد على التكرار والانتظام والتوازي والتعامد، إلخ ...

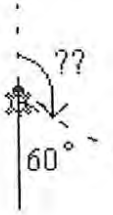
ونقدّم فيما يلي لائحة بالمفاهيم الهندسية (إلى اليمين) التي يتعامل معها كتاب مادة المعلوماتية للسنة السابعة من التعليم الأساسي، مع الرسوم التي تتعلق بها وتمثلها في محيط لوغو (إلى اليسار) :



- قطع المستقيمات segments
- المسافات، مقارنتها وقياسها

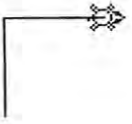
إذ نستطيع أن نقارنها عبر مدى تحرك السلحفاة وقيمة المُدخَل ل FD.



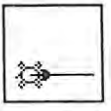


- الزوايا angles ، مقارنتها وقياسها ...

- الزوايا المتكاملة supplementary angles

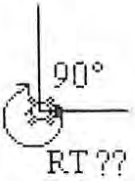


- التعامد perpendicularity



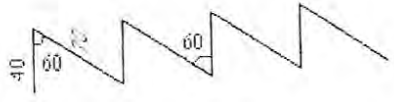
- المستقيمات المتّجهة oriented segments،

إذ كما تستطيع السلحفاة أن تتقدم باستعمال FD، كذلك نستطيع أن تتراجع مسافة معينة باستعمالBK. وفي هذه الحركة، يمكن للتلميذ أن يحسب المسافة بأعداد سالبة.

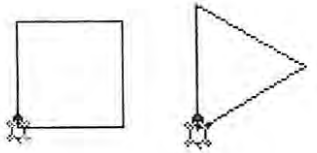


- الزوايا المتّجهة oriented angles

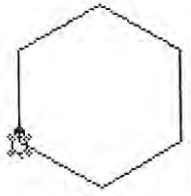
إذ مع RT هناك أيضاً LT ، فتتحرك السلحفاة إلى اليمين أو إلى اليسار، وبذا نجمع الزوايا ونطرحها.



- تَساوي الزوايا ذوات الحدود المتوازية

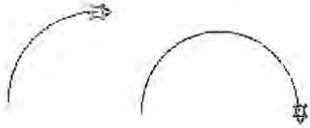


- خصائص المضلعات المنتظمة regular polygons (المربّع square والمثلث المتساوي الأضلاع equilateral triangle ضمناً)



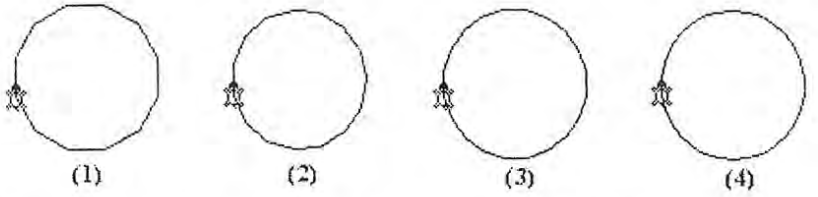
- خصائص المضلعات المنتظمة، بدءاً المثلث متساوي الأضلاع، ثم المربع، ثم الخماسي pentagon ، ثم السداسي hexagon ، إلخ ...

ويشكّل هذا الموضوع واحداً من أهم المواضيع التي يقوم عليها الجسر الرابط. فصلاحية لوغو الكبيرة في التعامل معه، لما له من قدرات تكرارية (بفضل REPEAT)، تردم هوة نراها في منهج الرياضيات، وهي غياب المضلعات المنتظمة، مع ما لهذا الموضوع من سند ثقافي وحضاري في الفنون وفي الهندسة المعمارية وفي التاريخ...



- مفهوم المحيط وحسابه.
ومع Logo ، نجد لمساً حدسياً كبيراً لمعنى المحيط على أنه المسافة التي تقطعها السلحفاة خلال رسمها للشكل الهندسي.

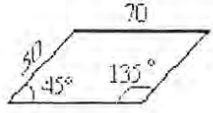
- الدائرة بصفتها حداً لمضلع منتظم، كثير الأضلاع صغيرها.



وهنا نستطيع أن نعود إلى عملية الاستقراء التي يحفزها الكتاب (المركز التربوي، ١٩٩٨د، ص ص ١٥٦-١٥٩) لتحديد كيفية رسم الدائرة. ففي حين يبدأ التلميذ برسم مضلعات منتظمة، ويزيد من عدد أضلاعها تدريجياً، كما ينقص من طول ضلع كل منها، وبعد أن يمر بهذه التجربة عدة مرات، يرى أن المضلع المنتظم يقترب أكثر فأكثر من الدائرة كلما زاد عدد أضلاعه وصغر طولها. وهذا تحديد جديد للدائرة يضاف إلى التحديد الذي يعرفها به التلميذ أصلاً من مادة الرياضيات، على أنها مجموعة النقاط التي تقع على مسافة واحدة من نقطة ثابتة في الوسط. وهكذا تتعزز معرفته بها. فإيجاد العلاقة بين هذين التعريفين يساهم بشكل كبير في فهم الدائرة وفهم كيفية التعامل معها في سياق مسائل ومواقف مختلفة.

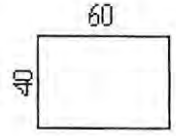
- العلاقة بين محيط الدائرة circumference وشعاعها radius.

فمحيط الدائرة في Logo ، يحصل عليه التلميذ بمجرد ضرب عدد الأضلاع بطول الضلع الواحد. لأنه المسافة التي تقطعها السلحفاة، والتلميذ يتحسسه إذ يراها تتحرك على طول الدائرة فعلاً. وقيمة المحيط في درس الرياضيات ٢×ط× الشعاع. ووضع هاتين المقاربتين معاً، ووعيهما بهذا الشكل يساهم فعلاً في معرفة أكبر وأعمق للدائرة وشعاعها والعلاقات القائمة ضمنها.



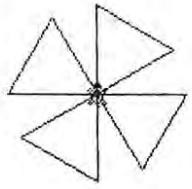
- خصائص الرباعيات (شبه المنحرف trapezoid، متوازي الأضلاع parallelogram، المستطيل

(rhombus المعيّن ،rectangle)



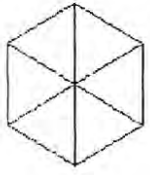
- التحوّلات الهندسية transformations (ولا سيّما الدوران rotation)

والمثال على ذلك: لنفترض أن التلميذ بنى مثلثاً بواسطة إجراء procedure محدَّد ضمن لوغو. يستطيع أن يسمّي هذا الإجراء باسم ما، ثم يستعمله في تعليمات تكرارية. يسميه مثلاً Triangle ، ثم ينادي لهذا الإجراء في تعليمة تكرارية REPEAT.

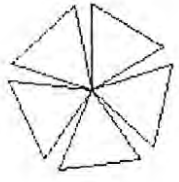


فإذا استحضر هذا الإجراء أربع مرات مثلاً، يحصل على الرسم المقابل، شرط أن يضبط الزاوية بين كل تكرارين بحيث تكون قيمتها ٩٠ درجة.

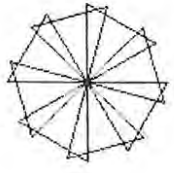
REPEAT 4 [TRIANGLE RT 90]



أما إذا استعمل الإجراء ذاته في عملية تكرارية من ست مرات، فهو يحصل على الرسم المقابل، شرط أن يجعل دوران السلحفاة ما بين كل مرة وأخرى ٦٠ درجة. وهكذا يحصل على هذا السداسي المنتظم.



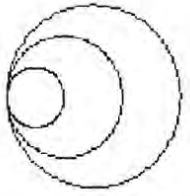
وأما إذا استدعاه خمس مرات، أو ثماني مرات، وغيّر في كل حالة قيمة زاوية الدَوران بما يتناسب مع عدد مرات التكرار، فهو يحصل على هذين الشكلين.



يكمن مفتاح هذه العمليات جميعاً في أن التلميذ يسعى في كل مرة لتغطية دائرة كاملة بالأشكال. وبالتالي، عليه أن يضبط في كل مرة علاقة قائمة، ما بين عدد مرات التكرار وما بين زاوية

الدوران. وهنا نرى كيف ينمّي لوغو القدرة على اكتشاف العلاقات والاستقراء والتعميم. فأنشطة كهذه تؤدي إلى استقراء قاعدة عامة من أمثلة متفرقة؛ وإذا بنى التلميذ أشكالاً عدة من هذا القبيل، فإنه سوف يتوصل، بمساعدة الكتاب أو المعلم، أو بدون أية مساعدة، إلى استقراء القاعدة العامة التي تربط ما بين عدد مرات التكرار والزاوية القائمة ما بينها.

- التناسب proportionality.



ونراه في أمثلة كذاك الذي يمثله الرسم المقابل، حيث نبني دوائر بأشعة مختلفة، وهذه الأشعة هي مضاعفات للشعاع الأصغر. ويتناسب، في هذه الحالة، طول ضلع المضلع المنتظم المستعمَل لرسم دائرة من هذه الدوائر مع طول شعاعها.

هذه المفاهيم وغيرها الكثير تتضافر لتشكل جسراً مهماً يربط مادتَي الرياضيات والمعلوماتية، فيخدم التعلّم في كليهما.

رابعاً: جسور ممكنة

لو نظرنا ملياً في منهج مادة المعلوماتية وفي كتابها لوجدنا جسوراً ممكنة، بمعنى أنها ليست مبنية فعلاً وبشكل واضح في الكتاب، وإنما وجودها وتوافر أدواتها من ضمن مادة المعلوماتية يجعل من الممكن استفادة أساتذة الرياضيات منها.

ولعلّ أهم هذه الجسور يتمثل في الجداول الإلكترونية. يبدأ تعلّم استعمال الجداول الإلكترونية حسب منهج المعلوماتية منذ السنة الثامنة من التعليم الأساسي. ومع أن الكتاب المدرسي لهذه المرحلة لم يصدر بعد، إلا أننا نستطيع أن نستشفّ روابط ممكنة من خلال الهدف من هذا

الموضوع، الذي يعلنه منهج المعلوماتية : "استخدام تقنيات لتنفيذ تطبيقات حسابية وإحصائية ملائمة لمستوى التلميذ"[١٦]. إذن، تقدّم الجدولة الإلكترونية إمكانيات واسعة لبناء جسور بين مادة المعلوماتية ومادة الرياضيات، وعلى الأخص منها موضوع الإحصاء؛ إذ لا يخفى على أحد أن استحداث هذا الموضوع ما كان ليكون ممكناً على المستوى المدرسي لولا وجود أدوات كالحاسبة والجدولة الإلكترونية، الأمر الذي يجعل المعالجة الإحصائية ممكنة ضمن وقت مقبول. ولعل احتواء الجداول الإلكترونية على وظائف جاهزة ومبرمجة للقيام بالمعالجة الإحصائية يغنينا حتى عن استعمال الآلة الحاسبة في هذا المجال، بالطريقة التي يطرحها كتاب الرياضيات للسنة الأولى الثانوية[١٧]، وهي تبدو طويلة ومعقّدة إذا ما قورنَت بسهولة تنفيذ العمليات ذاتها باستعمال الجداول الإلكترونية.

وليس الإحصاء المجال الوحيد من الرياضيات الذي يمكن الاستفادة في تعليمه من الجداول الإلكترونية. وإنما يمكن ذلك أيضاً في تعليم مجالات أخرى، مثل دراسة المعاملات functions ودراسة المتواليات sequences في مادة التحليلية calculus. وفيما يلي مثال عن المتواليات ودراسة اتجاهها نحو قيمة محددة كما في المتواليات المتقاربة convergent sequences أو انفراج قِيَمها بحيث لا تقترب من قيمة واحدة كما في المُتَواليات المتباعِدة divergent sequences. باستخدام الجدول الإلكتروني، نستطيع، بعد كتابة المعادلة مرة واحدة، أن نقوم بنقلها لنبني جدولاً للقِيَم المختلفة التي تتخذها المُتَوالية. وبتغيير بضع قِيَم موجودة في الجدول، نستطيع أن ندرس ديناميكياً كيف تتصرف سلسلة الأعداد هذه.

---

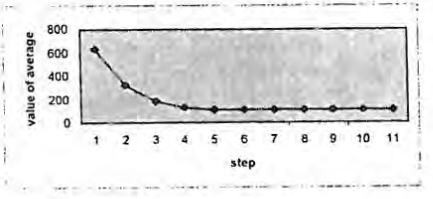
[١٦] الجمهورية اللبنانية، وزارة التربية الوطنية والشباب والرياضة، المركز التربوي للبحوث والإنماء: ١٩٩٧، المرجع المذكور، ٥١٨.

[١٧] NCERD: 1998 C, op.cit., 39-40.

ونقدّم فيما يلي مثالين يبيّنان القدرة النوعية الهائلة التي يمكن الاستفادة منها في تعليم وتعلّم موضوعَين اثنين:

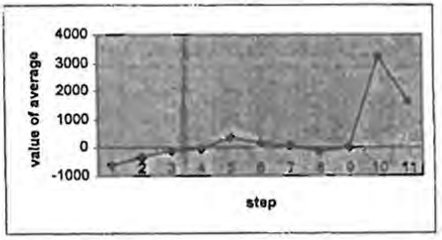
أ. مفهوم الجذر التربيعي square root لعدد ما على أنه حَدّ limit سلسلة القِيَم المتوسطة averages لقاسِمَين مُقَدَّرين estimated factors لهذا العدد.

The average of two factors approximating the square root						
N=						
12576						
Estimate	**N/Estimate**	**Average**				
10	1257.6	633.8				
633.8	19.8422215	326.8211				
326.8211	38.4797664	182.6504				
182.6504	68.8528322	125.7516				
125.7516	100.006652	112.8791				
112.8791	111.411193	112.1452				
112.1452	112.140364	112.1428				
112.1428	112.142766	112.1428				
112.1428	112.142766	112.1428				
112.1428	112.142766	112.1428				
112.1428	112.142766	112.1428				
112.1428	112.142766	112.1428				
112.1428	112.142766	112.1428				
112.1428	112.142766	112.1428				



يُبرز هذا المثال بوضوح كيف تتجه المتوسطات (في العمود الثالث) نحو قيمة معينة، ما هي إلا الجذر التربيعي للعدد إذا كان موجباً (12576). أما إذا كان العدد سالباً (12576-)، فإننا نحصل على الجدول والرسم البياني التاليين، وهما يبيّنان أن لا اتجاه نحو قيمة واحدة، مما يعني أن لا وجود للجذر التربيعي في هذه الحالة.

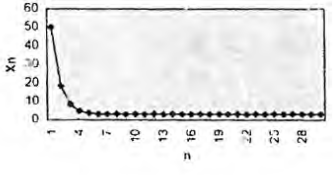
The average of two factors approximating the square root					
N=					
-12576					
Estimate	N/Estimate	Average			
10	-1257.6	-623.8			
-623.8	20.1603078	-301.82			
-301.82	41.6672401	-130.076			
-130.076	96.6817146	-16.6973			
-16.6973	753.175925	368.2393			
368.2393	-34.1517037	167.0438			
167.0438	-75.2856411	45.87908			
45.87908	-274.111847	-114.116			
-114.116	110.203283	-1.95655			
-1.95655	6427.6416	3212.843			
3212.843	-3.91429082	1604.464			
1604.464	-7.83813104	798.313			
798.313	-15.7532197	391.2799			
391.2799	-32.1406758	179.5696			

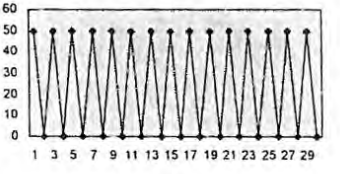


ب. دراسة المتَواليات sequences، من حيث تقارب بعضها convergence، أي اتجاه قِيَمِه نحو حَدّ واحد limit (الجدول والرسم البيـاني التاليـان لجهـة اليسار)، أو تَباعُـد بعضهـا الآخـر divergence

Study of Sequences and their limits	
Xn+1 = (Xn / 3) + 2	
n	Xn
1	50
2	18.66667
3	8.222222
4	4.740741
5	3.580247
6	3.193416
7	3.064472
8	3.021491
9	3.007164
10	3.002388
11	3.000796
12	3.000265
13	3.000088
14	3.000029
15	3.00001
16	3.000003
17	3.000001

Study of Sequences and their limits	
Xn+1 = 4 / Xn	
n	Xn
1	50
2	0.08
3	50
4	0.08
5	50
6	0.08
7	50
8	0.08
9	50
10	0.08
11	50
12	0.08
13	50
14	0.08
15	50
16	0.08
17	50





وعـدم اتجاه قِيَمه نحو قيمة واحدة، بحيث لا يعرف حَدّاً (الجدول والرسم البياني التاليان لجهة اليمين).

أسئلة ختامية

بعد هذا العرض للروابط الغنيّة التي يمكن أن تنشأ بين منهجَي مادتَي الرياضيات والمعلوماتية، يجدر بنا طرح التساؤل : هل يمكن لروابط هامة من هذا النوع أن تُترَك لمبادرات فردية وخيارات شخصية يتّخذها أفراد أو مؤلّفون أو معلّمون ؟ أم أنه من الأجدر أن تتحقق ضمن تَوَجّه عام وسياسة تربوية واضحة وخطة شاملة ومدروسة، تضع مناهجنا على عتبة القرن الحادي والعشرين، من جهة، وتحقق بعض انسجام بين هذه المناهج والأهداف التي تبنّتها لنفسها، من جهة أخرى ؟

هل يمكن لخيار استعمال الكمبيوتر أداة لتعليم الرياضيات أن يُترَك لعدد قليل من المعلمين الذين كان لهم حظ اكتساب تجربة من هذا النوع دون غيرهم ؟ أم أن هذا القرار يجب أن ينبع من سياسة واضحة وواعية تطال محتوى المنهج وطرائقه، وتخطط لحملة تأهيل شاملة ؟

المراجع العربية

- الجمهورية اللبنانية، وزارة التربية الوطنية والشباب والرياضة، المركز التربوي للبحوث والإنماء: **مناهج التعليم العام وأهدافها**، المرسوم ١٠٢٢٧، ١٩٩٧.
- _____: **الهيكلية الجديدة للتعليم في لبنان**، ١٩٩٥.
- المركز التربوي للبحوث والإنماء: "المعلوماتية، الدليل التربوي، التعليم الأساسي، السنة السابعة. الكتاب المدرسي الوطني"، ١٩٩٨.

المراجع الأجنبية

- NCERD: "Building up Mathematics, First Year, Secondary Education, NCERD National Textbook", 1998 C.
- ____: "Building up Mathematics, Grade 4, Basic Education, NCERD National Textbook", 1998 A.
- ____: "Building up Mathematics, Grade 7, Basic Education, NCERD National Textbook", 1998 B.
- NCTM: **Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics**, 1989.