من استدخال الرمز إلى التحليل الرمزي

مراجعات في التربية العقلية للأطفال

أ.د. محمد جواد رضا

عضو اللجنة الاستشارية وعضو هيئة تحرير مجلة الطفولة العربية
الجمعية الكويتية لتقدم الطفولة العربية

﴿١﴾

عنصران من عناصر التكوين العقلي للناشئة من الأطفال والمراهقين ظلا غريبين أو مغتربين على التطبيقات التربوية العربية خلال القرن العشرين، اللغة والرياضيات اللذان يعتبرهما جيروم برونر J.S. Bruner "ابتداعين لتنظيم أفكار الإنسان حول الأشياء وتنظيم التفكير في التفكير نفسه" وعلى الرغم مما قد يبدو تباعداً بنيويا بين الرياضيات واللغة، فإن الطبيعة الرمزية المشتركة بينهما تجعلهما قوتين متكافئتين في تأسيس القدرات العقلية وتطويرها عند الأطفال.

أن قدرة الدماغ الإنساني على (الترميز) - الاستعاضة بالرموز عن الأشياء في الاستذكار والتفكير - قدرة واجبة الكشف أو واجبة الاستكشاف إذا كان المراد من التربية تنشئة بشر مبدع مقتحم للمجهول قادر على اختراق النظم الطبيعية وإعادة توظيفها في أغراض إنسانية تقدمية. وإذا كانت الرياضيات بطبيعتها تجريدية فإن اللغة لاتقل عنها تجريديةً. إن أهمية الكلمات لاتصدر عن ذاتها بقدر ما تصدر عن كونها تمثل شيئا غير ذاتها. بهذا المعنى تؤدي الكلمات عملها كـ "ممثل" لكل الأحداث القابلة للملاحظة كما تفعل النظم الرمزية الأخرى.. رياضية كانت أم موسيقية. أن الدماغ البشري يؤدي وظائف عديدة ولكن من أهم الوظائف التي يؤديها تحويل مفاهيم الحقائق المادية - سواء ما كان منها داخل الإنسان أم خارجه - إلى أصوات كلامية.

التربية النموذجية في النصف الثاني من القرن العشرين صار ينظر إليها على أنها تربية تربط الأفكار العامة بالمشاكل المحددة والعملية، أي أنها تربية تشجع التلميذ على التنظير المتخيّل ولكنها في الوقت نفسه تحاول أن تضبط تنظيره بالتجريب [1]. بعبارة أخرى أن الرياضيات- مع اقتراب القرن العشرين من نهايته- صار ينظر إليها مرة أخرى على أنها العلم الرئيس الذي يجب أن يتوجه المنهج إليه وأن يدور عليه لأن عالم اليوم يتطلب قدراً أكبراً من معرفة الرياضيات من قبل أناس كثيرين وعالم الغد سيتطلب أكثر بكثير مما يتطلبه عالم اليوم والمجتمعات المعاصرة تعيش حاجة خاصة ومتزايدة إلى العلم والتكنولوجيا ولذا فإن عدد الأفراد البارعين في الرياضيات يجب أن يتزايد باطراد كما أن فهم الدور الذي تلعبه الرياضيات في عالم اليوم صار يعتبر شرطا للمواطنة الذكية. وإذ لا يستطيع أي منا أن يتنبأ بأية درجة من الموثوقية بمهنته في المستقبل، وأقل من ذلك أن يستطيع استباق الزمن إلى معرفة أي نوع من مهارات الرياضيات ستكون مطلوبة في مهنة ما، فإن الأمر المؤكد الوحيد هو أن تعليم الرياضيات يجب أن يقع بشكل يمكّن الطلاب في حياتهم اللاحقة من تعلم المهارات الرياضية الجديدة التي سوف يتطلبها المستقبل من كثير منهم.

﴿٢﴾

التناقض بين الطريقة التقليدية في تعليم الرياضيات والتوقعات الجديدة من تعليمها بدأ يستقطب الاهتمام منذ مطالع النصف الثاني من القرن العشرين. في سنة ١٩٦٢ أصدر (المجلس القومي الأمريكي لمعلمي الرياضيات). بياناً بعنوان "الثورة في الرياضيات المدرسية" جاء فيه:

"... العديد من الموضوعات الرياضية القديمة ماتزال مهمةً أهميةً كبرى ويجب أن نستمر في تدريسها. ولكن في أحوال كثيرة يجب وضع التأكيد على جانب مختلف من الموضوع كما يجب بذل جهد خاص لجعل التلميذ يفهمه فهماً أعمق. المثلثات واللوغاريتمات مثلان جيدان في هذا الصدد. لقد أصبح علم المثلثات TRIGNOMETRY جزءاً من المنهج الجامعي لتدريس الرياضيات منذ ثلثمائة سنة عندما قامت المستعمرات الأمريكية على سواحل المحيط الأطلسي. أغلب الأحيان كان خريج الكلية ينخرط في البحرية ليصبح ضابطاً بحرياً أو كان يدخل ميدان الهندسة المدنية ليصبح مسّاحاً أو ربما التحق بالخدمة الكنسية ليصبح قسيساً. الضابط البحري كان يحتاج إلى المثلثات للإبحار بالسفن. والمسّاح كان يحتاج إليها في تخطيط المزارع والمدن في القارة الجديدة. والقسس كانوا يحتاجون المثلثات في تعيين مواقع النجوم وحساب مواقيت عيد الفصح. بهذا كانت المثلثات أهم الرياضيات التطبيقية في هذه الحقبة المبكرة كما كان حل المثلثات الجانب الأهم فيها. اليوم تغيرت الأحوال. لقد أصبح القسم الأهم من علم المثلثات هو دراسة خصائص وظائف علم المثلثات وليس حل المثلثات.

موجات الراديو والرادار جعلا عملية الإبحار بالسفن سهلة، والقليل القليل من المهندسين من يدرس المساحة اليوم بعد أن تم تخطيط الولايات المتحدة ومسحها، ومراصدنا الفلكية تقوم اليوم بحساب مواقيت عيد الفصح. غير أن وظائف المثلثات ما تزال على أية حال تمتلك تطبيقات مهمة في الهندسة الكهربائية مثلا. كذلك فإن علم المثلثات ما يزال موضوعا مهما في الرياضيات التطبيقية إذا ما وضعنا التأكيد ليس على حساب زوايا المثلث أو مساحته ولكن على المثلثات التحليلية. اللوغاريتمات واجهت مصيراً مشابها. لقد دخلت منهج الرياضيات الجامعي متزامنة مع دخول المثلثات فيه وكانت تعلم على نطاق واسع كأداة مهمة في حسابات العمليات الرياضية المعقدة. غير أن اللوغاريتمات لم تعد اليوم مهمة أهميتها بالأمس. العمليات الحسابية البسيطة يؤديها الحاسب المنضدي أما العمليات الحسابية الكبرى فينفذها الحاسوب الإلكتروني العشري. هل سنوقف تدريس اللوغاريتمات؟ كلا قطعاً. غير أن التأكيد يجب أن ينقل من تدريس اللوغاريتمات كأداة لحساب العمليات الرياضية إلى دراسة خصائص وظائف اللوغاريتمات"[٢].

حقا أن الوعي بوجوب تجديد كيفية التعامل مع الرياضيات تربوياً كان سابقاً على بيان المجلس القومي لمعلمي الرياضيات. في سنة ١٩٥٩ نبه G.A BOEHM إلى أنه إذا (كان الرياضيون التطبيقيون يصطرعون بنجاح مع مشاكل العالم في وقت بعينه فإن الرياضيين يبدون وكأنهم قطعوا صلتهم بالعالم الحقيقي. لقد كانت الرياضيات تجريدية دائما غير أن الرياضيين النظريين يدفعون "التجريد" إلى آفاق جديدة، وبالنسبة لهم الرياضيات فن يطلب لذاته وهم لا يحفلون كثيراً بما إذا كانت لها أية فائدة عملية. ومع هذا - أو بالرغم منه- فإن التجريدية التي تتميز بها الرياضيات هي التي تجعلها نافعة) [٣] هذه التجريدية المميزة للرياضيات ربما أوحت بأن الرياضيات الحديثة NEW MATHEMATICS سوف تكون أكثر تجريداً وأصعب وهذا ما كان في الواقع وهو ما ميّز الرياضيات الحديثة منذ السبيعانات ولكن الذي خفف من أثر هذا الواقع الجديد ما كشفت عنه التجارب التربوية على الرياضيات الحديثة من أن الأطفال- حتى في عمر مبكر جداً- ميالون إلى التعليل الرياضي MATHEMATICAL REASONING على مستويات كان يعتقد قبلا أنها أعلى من مستويات أدراكهم. -لقد (برهنت التجارب على أن الأطفال- إذا ما علموا بالأسلوب الصحيح- يستطيعون مثلا إدراك مفهوم رياضي معقد مثل مفهوم الأوضاع اللامتناهية INFINIT SETS بنفس الاستعداد الذي يفهمه به الراشدون. وإذا كان الرياضي النظري يتعامل مع بحوثه الرياضية كما لو كانت لعباً عقلياً يلتذ به لغايات حسية وجمالية فكذلك خيال الأطفال الجامح يمكن أن يوجه- من خلال اللعب المحكوم بالقواعد- إلى اكتشاف العلاقات المعقدة وفهمها في النهاية)[٤].

﴿٣﴾

كان يقف وراء تلك الأصوات المنادية بتجديد كيفية التعامل مع تدريس الرياضيات إحساس عظيم بأن الطريقة التقليدية كان يوهنها ثلاثة قصورات في ثلاثة مجالات

حيوية...(١) أنها لم تدخل في حسابها التقدم الكبير الذي كان قد تحقق في مائة السنة الأخيرة في حقول العلوم الرياضية (٢) انقطاع صلتها بالاحتياجات أو المتطلبات المهنية في المجتمع الصناعي أو المصنّع (٣) تركيز اهتمامها على التطبيقات الميكانيكية للقواعد الرياضية والحسابية من دون أن تغرس في المتعلمين أي فهم أصيل للعمليات الرياضية الداخلة في حل المسائل. من ههنا تبلور اعتقاد عام بأن الطرق التقليدية في تدريس الرياضيات أخطأت خطأ كبيراً بانشغالها بغرس المهارات الروتينية في المتعلمين وقناعتها السلبية بالتفسيرات الحسابية الجبرية ALGORITHMATIC واستعمالها للرموز الرياضية استعمالا يسلب المتعلم أية رؤية ذات معنى في طبيعة التفكير الرياضي. ولكونها بهذه المحدودية كان كثير مما يتعلمه التلاميذ غير قابل للنقل إلى مجالات التفكير الأخرى. لقد كان الجبر يقدم للتلاميذ كمجموعة من القواعد تحرمهم من اكتشاف طبيعته الاستقرائية، كما أن البراهين PROOFS كانت تقتصر على الهندسة، والنظريات الرياضية كانت تقدم كمجموعة من التمارين يجب تنفيذها خطوة خطوة وفقاً للشروحات التي يطرحها المعلم. كان التذمر من تدمير الطبيعة الإبداعية لتدريس الرياضيات يسمع بشكل متواتر من كلا جانبي المحيط الأطلسي أواسط الستينات. في العام ١٩٦٥ قامت (جماعة مشروع الرياضيات المدرسية THE SCHOOL MATHEMATICS GROUP) من جامعة ساوث هامبتون (بريطانيا) بتسجيل هذه الشكوى العامة من طريقة تدريس الرياضيات في المدارس الثانوية البريطانية:

"... في الإجابة على أسئلة الامتحانات التقليدية يقوم التلميذ بتحليل المسألة أولاً ليتبين أي العمليات التي تعلمها من معلمه تصلح لحل هذه المسألة. إن هذه تجربة ثمينة من دون ريب ولكنها ليست رياضيات. ففي قيامه بتطبيقاته على المسائل المعطاة له، التلميذ يستعمل الرياضيات ولكنه لا يتعلم شيئا عنها. وبتصنيفه للمسألة أولا ثم القيام بتطبيق الأسلوب المتعلم عليها هو ينتفع بالنتائج التي توصل إليها السابقون الذين قاموا برسم هذه القطاعات وصنفوها بأساليبهم التي صاحبت عملية التصنيف. أما عمله هو فليس فيه أي تفكير أصيل وليس فيه أي اكتشاف. إن الافتقار إلى التفكير الأصيل وإلى الاكتشاف هو ما يجعل الرياضيات موضوعا مملاً لأكثر الطلبة"(٥).

في الوقت ذاته وجهت (جماعة دراسة الرياضيات المدرسية SMSG) في الولايات المتحدة الأمريكية نقدا مشابها لوجهة النظر البريطانية حول تدريس الرياضيات. قالت الجماعة:

"الدرس النموذجي ربما تألف من مسألتين أو ثلاث مسائل محلولةً من قبل المعلم تتبعها سلسلة من التمارين، والمتوقع من التلميذ هنا هو أن يطبق الخطوات التي شاهد معلمه يطبقها ليتوصل هو - التلميذ- إلى حل التمارين المعطاة له. والنجاح الذي يحققه التلميذ هنا لا يزيد عن قدرته على تعيين صنف المسألة ثم تطبيق الحل الذي تعلمه من معلمه عليها للتوصل إلى الحل المقرر مسبقا. المتطلبات الوحيدة للنجاح في الرياضيات المدرسية الثانوية كانت في أغلب الأحيان ذاكرة جيدة واستعداداً لاتباع التعليمات المعطاة من المعلم"(٦).

المتعلم أن يعمم ما تعلمه مسبقا على ما سيواجهه مستقبلاً. الثاني.. التعليم الذي يقصر بالطالب عن قبس المبادئ العامة لن يكون له الا مردود ضئيل من ناحية الإثارة العقلية. إن أحسن طريقة لإثارة الاهتمام بموضوع ما هي أن تجعله يبدو في نظر المتعلم جديراً بالمعرفة، أي جعل المعرفة المتحصلة من دراسته تبدو قابلة للاستعمال في تفكير المتعلم وراء حدود الحالة التي وقع فيها التعلم. الثالث.. أن المعرفة التي يحصل عليها المتعلم من دون استشفاف البنية التي تربط بين أجزائها وجزيئاتها هي عرضة للنسيان السريع)[٧].

على العموم يمكن تمييز أسلوبين حديثين في معالجة تنمية التفكير الرياضي وتعليم الرياضيات. الأول يطرّد من الثابت إلى المجرد، من الأشياء إلى الرموز يطلق عليه إسم (التعميم التجريبي MEG)[٨].

وفقا لهذه النظرية يتوجب أولا تعريض الأطفال لنوع من عمليات التشذيب الذهني لتحريرهم من طريقة التفكير المرتبط بالأشياء والارتقاء بهم إلى التفكير بالمفاهيم Concept Thinking. ونظراً لأن هذا الأسلوب يؤكد على وجوب أن يكون لكل رمز مرموزه فهو يمكن أن يسمى "أسلوب التورية Semantic". وبمفهوم المخالفة يمكن تسمية الأسلوب الثاني "تصريفيا Syntatic" ووفقا لهذا النمط من التفكير فإن الطريقة الأضمن لجعل الرياضيات قابلة للإدراك مفاهيمياً هي أن تزود المتعلم بمجموعة من القواعد وتدربه على استعمالها استعمالاً تخيلياً. ولبلوغ هذه الغاية يطالب دعاة هذه النظرية بوجوب تصليح خصائص الأرقام ونظم الأرقام العشرية في وقت مبكر من حياة المتعلم. حقاً أننا هنا نتحدث عن نمطين فكريين تعليمين يمثلان نمطين بشريين يفترض اعتباطاً أنهما معزولان أحدهما عن الآخر عزلة تامة... النمط الحدسي Intuitive والنمط التحليلي Analytical. أن التفكير التحليلي يتقدم خطوة خطوة ويوضوح نحو ما يريد الوصول إليه على حين أن التفكير الحدسي يتخطى كثيراً من التفاصيل ويقفز إلى الأمام وله طريقة خاصة تجعله غير قابل للتنبؤ. أن الافتراض بأن فرداً ينغمس في أحد الاتجاهين بمعزل عن الاتجاه الثاني هو افتراض لا برهان على صدقه. أن ما يجب أن نحسب حسابه هو ليس الاختيار المباشر بين هذين الخيارين وإنما مزيج من العناصر التي تؤلف بمجموعها الحياة العقلية الفريدة والمميزة لكل شخص على انفراد. وعلى هذا وكما هو الحال في كل استقطاب ثنائي هناك من يرى تأسيس أسلوب توليفي تلتقي فيه العناصر التكوينية لكل من النظريتين التوروية والتصريفية على أساس أن "التفكير الرياضي شأنه شأن الأنواع الأخرى من التفكير الخلاق ليست له غاية مقررة مسبقاً ولا يمكن أن يكون آلياً تماماً. إن هذا لا يعني أن بعض وجوه الرياضيات لا يمكن أن تقنن. ولكن في تعليم الرياضيات هناك ما هو أكثر من ذلك بكثير. أن تعريض التلميذ لوضعية رياضية حقيقية ذات نهاية مفتوحة هو عنصر تكويني هام في تعليم الرياضيات. وإذا كانت الطريقة المثلى

لتعلم *شيء* ما هي عمل ذلك الشيء فإن هذا ينطبق على الرياضيات. إننا نتعلم الرياضيات بممارسة العمليات الرياضية وبناء البنى الرياضية وليس من خلال المرور في الخطوات المرسومة مسبقاً حيث يوجب كل فعل وقوع الفعل التالي بصورة آلية مقررة مسبقاً"[٩].

ثانيا: الخصيصة الثانية المميزة للرياضيات الحديثة هي الأهمية المسندة إلى "الاكتشاف Discovery". فبدلاً من القول للمتعلم إفعل هذا وإفعل ذاك وأنت تحصل على الجواب الصحيح، يشجع الطالب على (استخراج Deduce) المبادئ الأساسية بنفسه ولنفسه. وإذا كان الاهتمام المسند إلى (البنية) يوفر مفتاح الحل لمشكلة "نقل التدريب" فإن التأكيد الموضوع على "الاكتشاف" سوف يساعد الطالب على أن يفكر لنفسه تفكيراً منضبطاً. الرياضيات هي لغة الاستدلال المنطقي ويجب أن تعامل هكذا منذ البداية، وهي إن لم تعامل كذلك فإن المتعلمين يتعرضون للكثير من عسر الإدراك وهذا ما كشفت عنه التجارب التي أجريت على الطلبة عند تقديم الرياضيات الحديثة:

"... عندما سألنا الطلبة أن يعطوا كشفاً بالأسماء الجماعية لـ (١) سرب من النحل (٢) قطيع من الوز (٣) جحفل من الأسود كان رد فعل الطلبة.. لقد أعطيتنا سؤالا في اللغة الأنجليزية[١٠]... وبهذا كانوا يمثلون الحيرة الأولية للعديد من أقرانهم عندما كانوا يقدمون إلى نوع من الرياضيات لا يعني بالأرقام. إن فكرة كون المعادلة الجبرية ممكنة القراءة كجملة لغوية تفاجئهم كما لو كانت شيئاً غير مألوف كما أن فكرة التفاوتات INEQUATIONS تربكهم أكثر. ونتيجة لألفتهم نوعا واحداً فقط من الحساب كان يعلم لهم حتى الآن يستصعب العديد من المتعلمين إعادة تكييف تفكيرهم لنظم غير رقمية بديلة. فإذا سُئلوا مثلا أن يقرروا ما هو المحتوى في عبارة مثل قولنا أن (٦٣٦٣) تحتوي على مرتين (٦٣) وعلى (١٠١) مرة (٦٣) في حالة أخرى فالاحتمال كبير جداً بأن يعقد السؤال ألسنتهم عن النطق بجواب قابل للإدراك. أن سبب هذا العجز ليس افتقارهم إلى القدرة على التعليم Notation [١١] ولا افتقارهم إلى معرفة القواعد التي قد تعينهم على التعبير عن أفكارهم تعبيراً مبيناً. وإنما السبب هو الطرق التقليدية في التعليم التي أهملت تدريبهم على مسؤولية التفكير لأنفسهم وبأنفسهم"[١٢].

أن الرياضيات الحديثة لاتقل حرصا على القواعد والمفردات ولكنها تتميز من الرياضيات التقليدية باجتنابها بسط القوانين للمتعلم مفضلة عليه أن تترك للطلاب استخلاص النتائج الصحيحة بأنفسهم. وبدلاً من الإيعاز للطلبة أفعل هذا وأفعل ذاك وأنت تحصل على الجواب الصحيح، فإن الطريقة الأمثل هي أن يسأل الطالب.. إذا كنت ستفعل كذا وكذا فما هي النتيجة المنطقية التي ستنتج عن ذلك؟ الفرق بين الطريقتين هو الفرق بين التقليد

والاتباع السهل من جهة وبين التفكير المستقل والابتداع المكلف ذهنيا من جهة أخرى. كيف يمكن اختزال هذه الكلفة الذهنية التي تسمى غالباً الذكاء؟ وكيف يمكن تجسير الفجوة بين تربية الاتباع وبين تربية الابتداع؟

إذا كانت تربية الاتباع تنم عن العجز عن رؤية تراتب الطبقات المعرفية وتحسس العلاقات الداخلية بين أجزاء الحقل المعرفي الواحد وجزيئاته، فإن التربية الابتداعية تقوم على "الاكتشاف" و"البصيرة" و"الفهم" و"الإدراك الكلي" للحقل المعرفي الواحد وعلاقاته بحقول المعرفة الأخرى إدراكا يجعله ممكناً "الحدس" وإذا كان الحدس والخيال ضرورين للرياضي المتخصص فأنها أكثر ضرورة للرياضي المبتدئ. وكما يقول هنري بوانكاريه (إذا كان المنطق يعلمنا أننا إذا سرنا في هذا الطريق أو ذاك فإننا لن نواجه بعقبة أو معوق فإن المنطق لايخبرنا أيا من هذه الطرق هو الذي يقودنا إلى الغاية المطلوبة. لهذا السبب من الضروري رؤية الغاية عن بعد والملَكة التي تعلمنا هذه الرؤية هي ا لحدس. من دون الحدس يكون عالم الهندسة مثل الكاتب البارع في القواعد ولكنه فارغ من الأفكار)[١٢] أن اشتراط الحدس لاكتمال القدرة في الرياضيات هو تحدٍ حقيقي في التربية المعاصرة لأن الحدس كما يصفه الرياضيون هو (رؤية مباشرة في الحقيقة) وكان جورج سانتايانا يستعمل مصطلح الحدس بمعنى (الانتباه لعناصر الوعي المباشرة [١٤]) تقود إليه الحواس والتفكير الناقد وهو نتاج عمليات الاستقراء والقياس الباطنية، والذين يمتلكون تجارب واسعة فكراً وعملاً في بعض الحقول هم أكثر احتمالا للحدس في الميادين التي سبق لهم التمرس بها، وعمق النظرة العلمية يتأتى لأولئك الذين تمرسوا أكثر من سواهم بمعالجة المشاكل العلمية وهذا هو تأويل قول دينيس (أننا نتعلم الرياضيات بممارسة العمليات الرياضية وليس من خلال المرور في الخطوات المرسومة مسبقاً حيث يوجب كل فعل وقوع الفعل التالي بصورة آلية مقررة مسبقاً).

﴿٥﴾

إذا كانت الرياضيات الحديثة استهدفت إعادة تدريب العقل على قراءة المعادلة الجبرية كما لو كانت جملة لغوية، فإن (المنطق الرمزي SYMBOLIC LOGIC) يستهدف تدريب العقل على قراءة الجملة اللغوية كما لو كانت معادلة جبرية أو هندسية. وكما أن الرياضيات لا تتحول إلى عمليات أو وظائف ما لم يستدخل[١٥] العقل الرموز الرياضية، فكذلك اللغة لا تصبح أداة فكرية فاعلة ما لم تتحول إلى نظام داخلي للتفكير أو بعبارة أخرى ما لم تتحول إلى مجموعة من النظم الرمزية الداخلية يستدخلها عقل الإنسان وبهذا يصبح له لغتان، لغة خارجية يخاطب بها الآخرين ولغة داخلية يحاور بها نفسه ويبني بها فكرته عن العالم أو رؤيته له. وهذه اللغة الداخلية هي أساس لغته الخارجية وعلى قدر ما تتميز به هذه اللغة الداخلية من الوضوح والثبات تتحدد لغة حواره مع العالم الخارجي ويتقرر تعامله معه لأنه حينئذٍ يكون "التوافق" قد تحقق بين اللغتين الداخلية والخارجية ويكون نظام الرمز قد

استحكم في عقل الفرد أي تم استدخاله.

إيضاحاً لهذه الفكرة المركزية، فكرة استدخال المفاهيم اللغوية أو احتوائها أساساً للتعامل الإيجابي مع العالم... نورد التجربتين التاليتين:

التجربة الأولى صممت لقياس ربط الطفل بين لغته الداخلية وبين تطبيق التعليمات الصادرة إليه على الظواهر التجريبية المعروضة عليه. كانت أعمار الأطفال الذين أجريت التجربة عليهم تتراوح بين ٣-٨ سنوات. زود كل طفل من الأطفال بمصباحين كهربائيين أحدهما موضوع إلى يمينه والثاني إلى يساره. طلب إلى كل منهم أن يكبس على المصباح الأيمن عندما تظهر أمامه دائرة ضوئية حمراء وأن يكبس على المصباح الأيسر عندما تظهر دائرة ضوئية خضراء كانت الدائرة الضوئية الحمراء مسقطة على أرضية رمادية أما الدائرة الخضراء فكانت مسقطة على أرضية صفراء.

في المراحل الأولى كانت المهمة الموكلة إلى الطفل سهلة. كل ما كان عليه أن يفعله هو أن يستجيب لعلامة مسقطة على أرضية معينة. وقد قام بهذه المهمة أطفال السنة الثالثة بنفس السهولة التي أداها بها أطفال السنة الثامنة. وعندما تمت سيطرة الأطفال على ممارسة هذه المهمة طلب منهم أن ينسوا العلامات الحمراء والخضراء وأن يستجيبوا بدلاً عن ذلك إلى الأرضيات فقط فيكبسوا المصباح الأيمن عندما تظهر الأرضية الرمادية ويكبسوا المصباح الأيسر عندما تبرز الأرضية الصفراء مع إغفال الدوائر الضوئية التي تظهر فوقها.

تحت هذه الظروف الجديدة واجه الأطفال الأصغر عمراً صعوبات أكبر من تلك التي واجهها الأطفال الأكبر سناً. لقد بدى الصغار عاجزين عن منع أنفسهم من الاستجابة للدوائر الضوئية الحمراء والخضراء لان التبدل الذي وقع في الخارج لم يوازه تبدل مماثل في اللغة الداخلية للأطفال الصغار على حين أن الأطفال الأكبر سناً استطاعوا تحقيق ذلك التوازي.

التجربة الثانية صممت لتلاقي تعريض الأطفال لمثل هذا العجز عن الموازنة بين اللغة الداخلية واللغة الخارجية، وأجريت على أطفال من نفس المجاميع العمرية (٣-٨ سنوات).

لقد لوحظ ابتداءً أن الصعوبة التي واجهها الأطفال الأصغر سناً في التجربة الأولى تمثلت في عجزهم عن أن يركبوا التعليمات الجديدة الصادرة إليهم تركيباً رمزياً To Encode وأن يحولوها إلى لغة داخلية ذات نمط يأذن لهم بتنظيم سلوكهم الخاص تنظيماً جديداً يتلاءم ومتطلبات الوضع التجريبي الجديد. وعلى هذا تقرر إعادة إجراء التجربة ذاتها مع تغيير واحد هو الاستعاضة عن الدوائر الضوئية القديمة (الحمراء والخضراء) بصور ظل SILHOUETTE لطائرتين وخوطب الأطفال على النحو التالي:

- الطائرات تستطيع الطيران في الأيام المشمسة (الأرضية الصفراء).
- ولكن الطائرات لا تستطيع الطيران في الأيام الغائمة (الأرضية الرمادية).
- والآن اكبس بإحدى يديك على المصباح المؤشر على قدرة الطائرات على الطيران ثم اكبس باليد الأخرى على المصباح المؤشر على عدم استطاعة الطائرات للطيران.

مع هذا التغيير البسيط في التجربة صار أطفال السنة الثالثة يؤدون المهمة بنفس الجودة التي كان يؤديها بها أطفال السنة الثامنة. لقد تحقق التوافق بين اللغة الداخلية واللغة الخارجية[١٦].

وكما هو الحال في الرياضيات حيث ترتبط قدرة المتعلم على تطبيق الرياضيات على الحالات الفيزياوية بفهمه للرياضيات من حيث هي تعليل منطقي، أي من حيث هي "معنى" فكذلك الحال بالنسبة للقدرة اللغوية حيث ترمز كلمة "معنى" إلى سلسلة من المصطلحات منظومة في "عبارة" أو قضية PROPOSITION. أن المصطلح بمفرده يسمى شيئاً من الأشياء دون أن يقول عنه شيئاً أو دون أن يؤكد شيئاً ما حوله. ومن هنا لا تكتسب المشتقات حياةً إلا عندما يختارها متكلم وينظمها مع غيرها في جمل تعبيرية. أن الوحدة التعبيرية ليست كلمة ولاكلمات وإنما هي قضية توحّد بين المتكلم وبيئته ونحس من خلالها أن المعنى كما هو معبر عنه في هذه القضية يمكن أن يربط إلى أنماط الحقيقة الأخرى شديدة التعقيد التي نراها من حولنا، كذلك نحس أن درجة الوضوح في المعنى تزيد وتنقص وفقا للطريقة التي تبنى بها القضية كما أنها تكون ممكنة النقض عندما تكون الألفاظ التي بُنيت منها قد اختيرت اعتباطاً.

﴿٦﴾

لقد كشف التقدم في فهم التشابه العظيم في الطبيعة الرمزية لكل من اللغة والرياضيات عن اكتشاف تفاضل في اللغة يفضل تفاضل الرياضيات يسميه برونر (تفاضل الفكر CALCULUS OF THOUHT) يكون بموجبه معلم الرياضيات أقرب المعلمين إلى ملعم اللغة مع فارق واحد هو أن معلم الرياضيات يعلم تفاضلاً مصطنعاً قابلا للتطبيق على ما يسمى مسائل مصورة تصويراً جيداً أو تاماً، أي تصويراً مصطنعاً لأن "التمام" لا يوجد إلا في المتخيل من الحالات، أما المسائل المصورة تصويراً ناقصاً أو فاسداً، مسائل الحياة التي يطبق عليها تفاضل الفكر فإنها أكثر إمتاعاً وهذا بالضبط هو ما يمارسه معلم الإنشاء وفيه تظهر قوة الحقيقة[١٧].

لقد قدر لهذا التكامل بين اللغة والرياضيات في الطبيعة الرمزية أن يكون (ثقافة التربية) للعصر الجديد.. عصر تكنولوجيا المعلومات التي يمثل الرمز جوهرها لأنها تقوم على الرموز والتصاميم والمفاهيم. والتربية الجديدة المطلوبة لهذه الثقافة هي التربية على تحليل الرموز واعادة توظيفها في أغراض مستحدثة، وعلى تزويد المتعلمين بمجموعة من العُدد يكتشف بها طريقته الخاصة في معرفة الأشياء أو اكتشافها أو اختراعها. في هذه التربية يكون التركيز على الفنون التجريبية.. الاحتفاظ بجزء من الحقيقة ثابتاً وتغيير الأجزاء الأخرى باستمرار لمعرفة الأسباب والنتائج التي تترتب على الثبات والتحول في الحقيقة الكونية، والاستمرار في الاكتشاف المنظم لمدى واسع من الاحتمالات والمعطيات ومراقبة التناظرات والاختلافات ذات المعنى ثم القيام بتخمينات جيدة والقفز قفزات حدسية لاختبار تلك التناظرات والتباينات

على خلفية فرضيات سابقة، والأهم من ذلك كله أن يتعلم الطلاب حمل المسؤولية عن استمرار تعلمهم.

﴿٧﴾

هذا النوع من التربية يستهدف تنمية نوعين من القدرات التعلمية (١) القدرة على التجريد (٢) القدرة على التفكير وفق نظام معين System Thinking.

أن القدرة على التجريد لغرض اكتشاف الأنساق SEQUENCES والمعاني هي جوهر التحليل الرمزي الذي بموجبه يتم تبسيط الحقيقة تبسيطاً يمكن من فهمها واستخدامها بطرائق جديدة. أن العالم أساساً - كما يلاحظ روبرت ريش - ليس إلا غابة واسعة من الأشكال والأصوات والتهاويل والألوان والروائح والأنسجة وهذه كلها غير ذات معنى حتى يقوم العقل الإنساني بنظمها في نظام ذي معنى. وعلى هذا - أو لهذا - فإن المحلل الرمزي يستخدم معادلات ووصفات وقياسات ونماذج ويبين قطاعات معرفية CATEGORIES ويكتشف تشبيهات وتوريات لكي يخلق إمكانات كشف عن الأنساق الداخلية التي تلغي فوضوية وجود المعلومات أو الحقائق في الطبيعة. هناك كتل هائلة من المعلومات غير المنظمة يمكن عن طريق المحلل الرمزي تكاملها فيما بينها ووضعها في نسق معين لتكشف عن حلول جديدة لمشاكل قديمة أو تبرز مشاكل واختيارات لم يكن الإنسان يعيرها اهتماماً من قبل. إن العمليات التجريدية لإعادة تشكيل المادة ا لخام من المعلومات ووضعها في صيغة عملية هي واحدة عند جميع المبدعين من العلماء والأدباء ورجال القانون والمعماريين والمصممين والاستشاريين الإداريين وكتاب النصوص المسرحية وخبراء الإعلان. التربية التقليدية لا تفهم هذا ولا تأخذ به ولذا فهي تخفق دائماً في تمكين المتعلمين الجدد من قبس معاني جديدة. وفقاً لهذه التربية التقليدية كل ما يجب على التلميذ تعلمه يقدم له في صورة حزم مصنفة في خطط دراسية من المحاضرات والكتب المدرسية. الواقع بالنسبة لهذه التربية يكون قد تم تبسيطه وما على الطالب إلا أن يكون مطيعاً ويحفظ هذه المعلومات المنمطة أنماطاً في ضوء حكمة تاريخية أو اجتماعية معينة لا ينبغي تجاوزها.

إن هذا النمط من التعليم لا يفعل أكثر من أن يعوق قدرات المتعلمين عن الازدهار والنماء في عالم يتلاطم من حولهم باحتمالات الاستكشاف والابتكار حيث تكثر احتمالات الغرق إلا بالنسبة للعقول المدربة على المساءلة والاستطلاع والإبداع.

إن الانساق والصور الأكثر صفاءً من التفكير المنظم لا تأتي عفو الخاطر ولهذا فلابد من مأسسة التجريد نفسه وذلك بالتدريب على التفكير وفق نظام معين ثابت الصلاح. إن التربية التقليدية تقدم للمتعلمين حقائق وأرقاماً منضدة في جرع صغيرة من التاريخ والجغرافيا والرياضيات وعلم الحياة كما لو كانت معزولة عن بعضها وكما لو كانت كل واحدة من هذه الحقائق متميزة من الحقائق الأخرى. هذا قد يكون نظاماً جيداً في (نقل) المعلومات ولكنه

قطعاً ليس نظاماً جيداً لتنمية القدرات العقلية الحرة. أن ما يتعلمه التلميذ في هذا الوضع هو أن العالم مصنوع من عناصر تكوينية متميز بعضها من بعض وهذا مخالف لطبائع الأشياء. فلكي يكتشف فرصاً جديدة يتوجب على الانسان أن يقدر على رؤية الحقيقة الكلية وأن يدرك الواقع كلاً غير قابل للتجزئة وأن يفهم "العمليات PROCESSES" التي بموجبها ترتبط الحقائق الجزئية ببعضها لتفضي إلى حقيقة كلية واحدة تفسر الحقائق الجزئية المتفرعة عنها. في العالم الحقيقي قلما تظهر القضايا وكأنها محددة مسبقاً أو أنها قابلة للفصل من بعضها فصلاً دقيقاً. أن المحلل الرمزي يحب أن يستخرج باستمرار الأسباب الأكبر للظواهر الجزئية التي يتعرض لها وعليه أن يبلور النتائج والعلاقات لتلك الظواهر. إن ما يبدو وكأنه مشكلة صغيرة وبسيطة وخاضعة لحل قياسي متعارف عليه، ربما سيظهر مزيد من البحث والتحليل أن هذه المشكلة الصغيرة ما هي إلا محض عَرضٍ لمشكلة أكبر وأكثر خطورة من المؤكد أن تبرز في مكان آخر زمن آخر أو صورة أخرى. أن المحلل الرمزي بإحاطته بالمشكلة الكلية التي تكون المشكلة الجزئية مجرد عرض لها يستطيع أن يضيف قيمة جوهرية غير مسبوقة عندما يرفض القبول بأن المشاكل وحلولها هي موضوعة من قبل الآخرين أياً كان هؤلاء الآخرون وهو بهذا يؤسس لنا قاعدة تربوية مهمة... أن الطلاب يجب أن يتعلموا إمكانية إعادة صياغة المشاكل وإعادة تشريحها وفقاً لما ننظر من خلاله إليها من القوى والمتغيرات والمعطيات، كما أن علاقات غير متوقعة من قبل وحلولاً محتملة يمكن أن تكتشف بفحص الحقل بأكمله وليس بفحص جزء معين منه.

﴿٨﴾

المحلل الرمزي هو نموذج الأفراد العلميين المطلوبين للقرن الحادي والعشرين لإدارة التقدم الاقتصادي والاجتماعي. إنهم لا يدخلون التجارة العالمية ولا المجالات الاقتصادية مباشرة. ما يمكن تبادله من خدماتهم هو استخدام الرموز Manipulation of Symbols والمعلومات الأولية Data والكلمات المرمزة CIPHERED والعروض الشفهية والمرئية. ويدخل في هذا القاطع خلق كثير تقوم أعمالهم على تشخيص المشاكل (صناعية - اجتماعية - اقتصادية - عسكرية) وحل هذه المشاكل وتسويق الإنتاج الفكري أو المادي أو الثقافي، وهم يردون تحت أسماء كثيرة.. باحثون، مهندسو تصاميم، مهندسو حواسيب، مهندسون مدنيون، مهندسو وراثة Biotechnologists، مهندسو صوت، مدراء مؤسسات الإعلام والعلاقات العامة مستثمرون مصرفيون وأمثالهم كثير. وتتميز أعمال هؤلاء المحللين الرمزيين بالاختراعات والابتكارات كما تتميز أعمالهم بالسرعة العالية التي يحلون بها المشاكل أو يشخصونها أو يسوقون بها المنتجات الجديدة. هؤلاء المحللون الرمزيون ينفقون معظم وقتهم في اعطاء المشاكل - الاقتصادية والاجتماعية والعسكرية - "صيغاً مفاهيمية" ويضعون حلولها وخطط تنفيذ تلك الحلول. في عمل هؤلا المحللين الرمزيين لاتعود المعلومات مهمة بذاتها لأنها

ممكنة الاستخراج من الحاسوب. المهم في عمل هؤلاء المحللين الرمزيين هو القدرة على استعمال المعلومات لإيجاد حلول سريعة للمشاكل، والقدرة على تشخيص المشاكل وتسويق الانتاج. أن حدود المعرفة في هذا النوع من الأعمال تتداخل وتذوب في بعضها بشكل يتعذر معه فصلها من بعضها ولا سبيل للتعامل معها إلا بقبول طبيعتها المعقدة والمتداخلة لأن كل وصف يمكن أن يتداخل مع وصف آخر ليفرز مهمة جديدة أو وظيفة جديدة[١٩].

إن هذا التداخل بين حقول المعرفة والإدارة شيء تواجهه البشرية لأول مرة في التاريخ وهو تطور ستكون له أثاره البعيدة جداً في قوة الأمم وضعفها خلال القرن الجديد. إن الأمم التي ستمتلك أكبر عدد من المحللين الرمزيين هي الأمم التي ستكون أكثر فعلاً في الوضع الاقتصادي العالمي الجديد وهي ستكون الأقدر على تحليل وتشخيص وحل ليس مشاكل الاقتصاد والإنتاج وحسب، ولكن ستكون عندها المعرفة والمعلومات اللازمة لتحليل المشاكل الاجتماعية والأوضاع العسكرية المحتملة أو المفاجئة كما سيكون في مقدورها بيع واستثمار خبرات وكفايات محلليها الرمزيين في السوق الدولية لأغراض متنوعة وسيضمن الطلب المتواصل والمتزايد على المحللين الرمزيين والمؤسسات التي يرتبطون بها موارد مالية ضخمة له ولبلدانهم كما سيضمن لبلدانهم قوة سياسية وتفوقاً عسكرياً هما الفيصل في تعيين منازل الأمم في ميزان القوى في العالم وويل يومئذ للذين يستبدلون الذي هو أدنى بالذي هو خير.

هوامش

١- للتوسع في معرفة هذه التحولات في سوسيولوجيا المعرفة راجع كتاب شلفر SCHEFFLER,1:

The conditions of Knowledge, An Introduction to Epistemology and Education, Scott Foreman, 1965.

2- The National Council of Teachers of Mathematics, The Revolution In School Mathematics, Washington, D.C. 1962.

3- BOEHM, G.A. The New World of Mathematics P. 47, Deal PRESS, 1959.

٤- المرجع السابق نفسه علماً بأن المراد بـ Infinite Sets مفهومان، الأول INFINITY المطلق أو غير المحدد كبراً أو العدد الذي لا يحصى، اللانهائية، المفهوم الثاني INFINITESIMA وهو تصور كميات صغيرة جداً ومتصاغرة باستمرار ولكنها لاتنتهي وجوداً أي أنها لا تصبح صفراً كما يقول (القاموس العلمي A Dictionary of Science, Penguin Books) أما نظرية الاحتمال فالمراد بها الاحتمال الرياضي PROBAILITY THEORY والتي سترد لاحقاً ومعناه أنه إذا كان حدث سيقع بمجموعة من الطرق (A) وأن لايقع بمجموعة أخرى من الطرق (B) ومع استثناء الفروق العددية بين (A) و(B) فان احتمال الوقوع يكون مساوياً لاحتمال عدم الوقوع.

وتكون المعادلة الرياضية الممثلة لاحتمال الوقوع واحتمال عدم الوقوع

$$\frac{a}{a+b} = \frac{b}{a+b}$$

5- Experiments in Education at Sevenoaks, Constable Young Books, 1965.

6- Wooton, W. SMSG: The Making of A Curriculum, P.4, Yale University Press, 1965.

7- Bruner, J.S., The Process of Education, P.13, Vintage Books,1960.

8- Method of Empirical Generalization.

9- Dienes, Z.P., an Experimental Study of Mathematical Learning, PP. 164-165, Hutchinson, NEW YORK, 1964.

١٠- قول الطلاب يترجم عن عجزهم عن التحول من فكرة الإعداد إلى فكرة المفاهيم في الأسماء الجماعية. إن سرب النحل بغض النظر عن عدد النحلات الداخلية فيه يبدو أصغر من قطيع الوز، وقطيع الوز قد يكون عدده أضعاف عدد الأسود في الجحفل لكنه يبدو أصغر من جحفل الأسود.

١١- المراد بكلمة التعلم هنا هو استبدال الأشياء بعلامات تنم عنها وهو اشتقاق من "علامة" وليس من "علم".

12- Richmond, K., The Teaching Revolution, P. 90, Methuen & CO., London, 1969.

13- Poincare, H., Mathematical Definitions and Education, Science and Method, PP117-118, Translated By F. Maitland, Dover Publications, 1952.

١٤- جورج سانتايانا (١٨٦٣-١٩٥٢) فيلسوف أمريكي من أصل أسباني ومن مقولاته الشهيرة (إن لدنيا معرفة يقينية وضعية ثابتة عن عالم الكليات الموجودة وجوداً حقيقياً وهي التي نسميها ماهيات) (الموسوعة الفلسفية المختصرة - القاهرة ١٩٦٣).

١٥- نفسياً يعني الاستدخال To Internalize ذلك النوع من التعلم الذي يتحقق عنه الفرد دون انتباه للظروف التي دفعته إلى تعلم ما تعلم.

١٦- راجع Luria, A. R., The Role of a speech in the regulation of normal and abnormal behavior, Leveright, New York, 1961.

17- Bruner, J.S., Toward A Theory of Instruction, Fourth Edition, P108 The Bekamp Press, Harvard University, 1967.

١٨- للتوسع في مناقشة تربية التحنيل الرمزي راجع:

محمد جواد رضا... تربية ماضوية وتحديات غير قابلة للتنبؤ، الكتاب السنوي الثالث عشر للجمعية الكويتية لتقدم الطفولة العربية، العرب والتربية والعصر الجديد ١٩٩٧/١٩٩٨، ص ص ١٩-٤٨.

١٩- المرجع السابق ص ص ٣٤-٣٥.