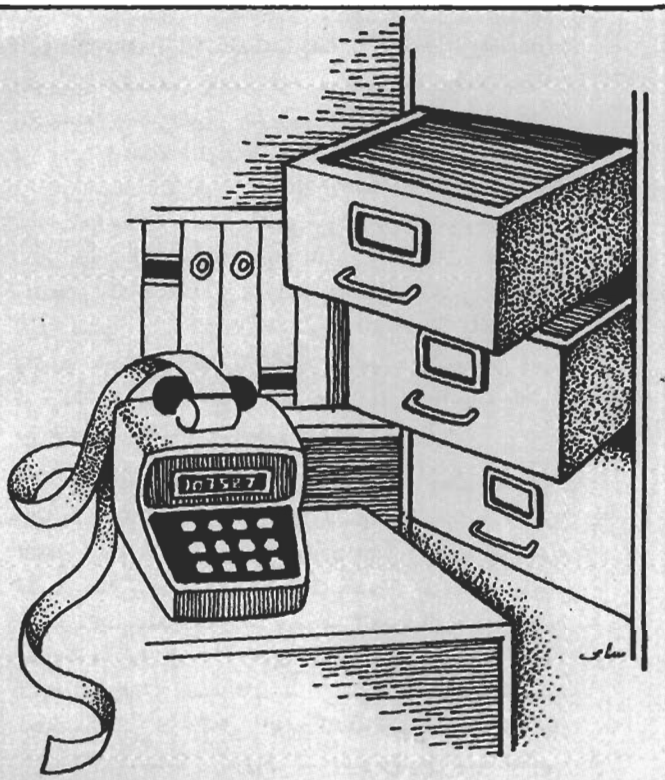


البحث في الرياضيات التربويه

بقلم الدكتور / نظلة حسن أحمد خضر
الاستاذ المساعد بكلية التربية ـ جامعة عين شمس

زادت البحوث فى الرياضيات التربوية زيادة كبيرة منذ الخمسينات خاصة فى العشرين سنة الماضية ، واستحدثت مجالات جديدة ينادى مستحدثوها بالتوسع وعمل العديد من البحوث فيها (١) • ومع ذلك فان البحوث فى الرياضيات التربوية لم تؤد الى فاعلية التربية • فمثلا تطور المناهج وطرق التدريس لم يتاثر كثيرا بنتائج البحوث التربوية فى هذا المجال ، ولا بافكار الفلاسفة وعلماء النفس (٢) • ولعل ذلك يرجع الى تضارب فى نتائج بعض البحوث أو عدم اعطاء نتيجة وحيدة لبحث ما (٣) من جهة ومن جهة أخرى الى قصور فى طرق (تكنيات) البحث فى المجالات المختلفة •

ومن ثم تتضح الحاجة الى ارساء قواعد نظرية للرياضيات التربوية حتى يمكن تجميع وتوحيد البحوث ونموها للاستفادة منها فى التطبيق الفعال • وقد نادى بيكر (٤) بضرورة بناء نظرية للرياضيات التربوية وعضد نداؤه توصيات مؤتمرات عالمية (١) ، (٤) • وعلى ذلك فاننا نقدم فى هذا البحث فكرة عامة عن بحوث الرياضيات التربوية ، ثم نقدم تصور للنظرية ومجالات وتكنيات البحث فيها ، مع التعرض الى احد الاتجاهات الجديدة المتميزة للبحث فى مصر والتى تسبق فيها حتى الدول المتقدمة فى هذا المجال •

أولا ـ البحث فى الرياضيات التربوية :

البحث فى الرياضيات التربوية هو البحث فى ميدان العلم الذى نسميه طرق تدريس الرياضيات • وعموما فالتسمية : الرياضيات التربوية اصبحت هى السائدة والمقبولة فى المؤتمرات العلمية والمعاهد التربوية • وتتعدد مجالات البحث وقد تختلف من بلد لاخر (قد يكون ناميا أو متقدما فى هذا الميدان (٤) ، (٥) • اذ انه يوجد جوانب كثيرة لتعليم وتدريس الرياضيات تقع فى مجموعة بحوث الرياضيات التربوية ومنها : بناء المناهج وتطورها ـ قياس وتحسين فاعلية المدرس ـ تحديد وقياس الاتجاهات نحو الرياضيات ـ حل المشكلات ـ قياس التحصيل والتقويم ـ انماء الابداع ـ تدريب المدرس • ولقد كان القائمون على بحوث الرياضيات تقليديا متخصصين فى علم النفس التربوى حيث كان الاهتمام السائد بحث علاقة القدرات العقلية المختلفة بالتحصيل •

وبعد الثورة التى حدثت فى تطوير برامج الرياضيات وادخال الرياضيات الحديثة فى المراحل المختلفة (منذ حوالى

● الرياضيات التربوية هى ترجمة Mathematical Education ويفضل البعض ترجمتها الى تعليم الرياضيات

الستينات بالخارج والسبعينات بمصر) اصبح الرياضيون التربويون مضطلعين بعمل البحوث ، كما وجد اتجاه ينادى بتعاون الرياضيين التربويين والرياضيين ومن لهم دور فى عملية التعليم للقيام بالبحوث كما تنوعت مجالات البحث فى الرياضيات التربوية • الا أن الاهتمام الاكبر تركز على بناء مناهج جديدة ، مناهج تتمشى مع العصر التكنولوجى الذى نعيش فيه ، وله ارتباط بحياة الناس واحتياجات المجتمع • واستلزم ذلك ضغط على تدريس رياضيات اكثر للتلميذ نتيجة للنمو الهائل فى الرياضيات (والتى تسمى بالحديثة) ولتعدد تطبيقاتها كاساس للتطور العلمى والتكنولوجى ومن ثم زادت الحاجة الى معرفة اكثر عن تعلم الرياضيات يتمشى مع طبيعة الرياضيات النامية وخصائص التلميذ •

واضطلعت المشروعات الريادية لبناء معظم المناهج المتطورة والقيام ببحوث حول تدريسها وتقييمها • الا ان المناهج المتطورة التى وضعت فى اول الامر (منذ اكثر من عشرين سنة بالخارج وعشر سنوات بمصر) لم يطرأ عليها الا تغييرات سطحية طفيفة ، وشملها الجمود الى حد ما ،حتى اصبحت محتاجة الى ثورة اخرى تستند الى مبادىء قوية لتثير اتجاه البحوث من جديد لتبسيط رياضيات اساسية تعتبر احدث من التى ادرجت فى المناهج المتطورة ، مع اثارة اهميتها العلمية والتطبيقية والحيوية للتلميذ وتوضيح كيفية تعلمها وتعليمها • وهو ما اضطلعنا بالعمل فيه •

ومن جهة اخرى فى ظل اهداف مجتمعنا الجديد الخاص بتطوير التعليم بعد سن الالزام ووضع التعليم الاساسى والشامل تتبادر الى الذهن تساؤلات تستحق الفحص والبحث منها : ماهى المفاهيم او الموضوعات الرياضية التى تود ان يتمكن منها كل التلاميذ فى التعليم الاساسى (او مايليه فى التعليم الثانوى) هل التلاميذ الذين سوف يلتحقوا بالتعليم الثانوى (او مايليه الجامعى) يقومون بدراسة موضوعات تختلف عن اولئك الذين ينهون دراستهم فى نهاية التعليم الاساسى او الثانوى ؟ ماهى الرياضيات التى تخدم الظروف البيئية المختلفة زراعة ـ صناعة ـ بتروكيميائية ـ تجارية ـ ملاحية •••) ؟ هل يوجد بعض من طرق التدريس او تكنياته تكون ذات فاعلية لكل التلاميذ ام ان فاعلية الطرق هى دالة لخصائص التلميذ كميوله واستعداداته وحصيلته ذات النفع فى البيئة ؟ هل نختار طرقا بحيث تبدو انها تتطلب وقتا اقل دراسة ؟ وما هو احسن ترتيب او تنظيم للافكار الرياضية يبنى به المنهج من التعليم الابتدائى او الاساسى وخلال التعليم الثانوى ؟

وبالرغم من تعدد الدراسات والبحوث (النظرية والتجريبية) فى الرياضيات التربوية الا انها مازالت تعتبر حديثة العهد وغير ذات جدوى • فقد اشار بجل (٣) عام ١٩٦٩ م الى القضايا التى بحثها الرياضيون التربويون واوضح ان معظمها يمكن تصنيفه فى الاصناف العامة التالية:

١ ـ الاهداف (الغايات) القصوى للرياضيات التربوية (فمثلا ماهى الصعوبات التى نود ان يتمكن منها التلاميذ ؟) •

٢ ـ تنظيم وتتبع الموضوعات فى المنهج (فمثلا : ماهى المتطلبات التعليمية لتعلم مفهوم ما ؟) •

٣ ـ الاجراءات التدريسية فى التعليم (فمثلا ماهى فاعلية طرق الاكتشاف بالمقارنة بالطريقة التقليدية او الطرق الاخرى ؟) •

٤ ـ طبيعة وقدرات المتعلم للرياضيات (فمثلا هل ممكن ان يتمكن كل التلاميذ من المفاهيم والافكار الهامة فى الجبر والهندسة و •••••) •

وقد استخلص بجل أنه بينما البحوث السابقة امدتنا باجابات لاسئلة فى هذه الاصناف الا أنه فى بعض الاحيان تعددت الاجابات وتضاربت احيانا مما يجعلنا لانستطيع الاعتماد عليها وقيمتها واهية ومشكوك فيها • وارجع بجل ذلك الى أن الاجابة على التساؤلات والتبسيط • فمثلا بالرغم من الاعتقاد بان التلميذ ذو القدرات الاقل (غير القادر) لايستطيع فهم الرياضيات كالتلميذ الاقدر الا انه يوجد بحوث تبين النقيض حيث يتضح منها أن التلميذ البطىء يمكن أن يصل تقريبا الى نفس مستوى التمكن من الفهم والتحصيل للتلميذ الاسرع اذا أعطى وقتا أكثر • أما بيكر (٤) عام ١٩٧١ فقد ارجع قلة جدوى مثل هذه البحوث السابقة الى أن القائمين عليها تقليديا متخرجون من أقسام علم النفس حيث أخذوا دراستهم الشكلية فيها ومن ثم فقد اصبحت البحوث الناتجة غير ذات قيمة للرياضيات التربوية حيث أنها كانت تهدف الى التعلم البشرى بصفة عامة وليس لتعلم الرياضيات بصفة خاصة •

ومن ثم ظهرت الحاجة الى بناء الرياضيات التربوية كجسم منظم من المعرفة تكون كنظرية علمية • وقد أبرز بيكر الحاجة الى مثل هذه النظرية حتى تبنى مجالات الرياضيات التربوية على أساس اكثر صلابة • ولترد على تساؤلات لم تتحدد اجابتها بعد وحتى يمكن الاقتداء بنتائجها • ومن هذه المجالات

١ ـ بناء المنهج •

٢ ـ سيكولوجية وتعلم الرياضيات •

٣ ـ الفروق الفردية وتدريس الرياضيات •

٤ ـ التقويم والاختبارات التحصيلية •

ومن التساؤلات التى تحتاج الى الرد عليها فى هذه المجالات كما أشار بيكر مثلا على الترتيب : (١) الاهداف القصوى للرياضيات التربوية ، ماهو المنهج الذى نريده ، ماهو المحتوى الذى نريد ان يتضمن ، ماهى طريقة العرض ، من هم التلاميذ الذين يوجه لهم • (٢) كيف يمكن الاسراع او تسهيل عبور التلميذ خلال مراحل النمو لبياجية ، متابعة بحوث التعلم بالاكتشاف ونقل أثر التعلم • (٣) تحديد التفاعل بين الاستعداد والتعليم لمعرفة افضل طريقة فى التدريس لتلميذ معين او لمجموعة معينة من التلاميذ سواء اعتبرت قدرات التلميذ استاتيكية كما يراها جيلفورد او متغيرة كما يراها بياجيه كدالة لنمو التلميذ العقلى ومروره بخبرات معينة • (٤) تحديد المقاييس التى تعطى معلومات عن كيفية قيام التلميذ باعمال فى الموضوعات المختلفة فى الرياضيات التقليدية والحديثة ، تحديد بروفيل لقدرات التلميذ وتطويع التدريس لتقوية قدرات التلميذ الضعيفة ، وتطويع التدريس كدالة لزيادة البروفيل مستقبلا ، ولاسراع فهم التلميذ لمفاهيم وافكار الرياضيات •

ثانيا ـ النظرية فى الرياضيات التربوية :

يتضح مما سبق الحاجة الى تجميع ماهو معروف عن تعلم الرياضيات وتعليمها والبداية بتكوين اطار نظرى للرياضيات

التربوية فنحن نحتاج الى تجميع التوجيه النظرى لبناء جسم من المعرفة باساليب علميـة • وذلك حتى يمكن العمـل بشيء من العمق فى بحوث الرياضيات التربوية ، ولكى تمدنابقاعدة معقـولة يمكـن أن يبنى عليها النواحى التطبيقية فى تعـلم وتعليم الرياضيات • وفى نفس الوقت عن طريق فتح قنوات الاتصال بين البلدان المختلفة (النامية والمتقدمة) بالمؤتمرات المحلية والعالمية يمكن أن نكتشـف عن طـريق التعـاون بحث المشكلات المشتركة فى الرياضيات التربوية •

ولهذا فقد ركز بيكر على أن النظرية لها دور هام فى الرياضيات التربوية كما لهـا فى العلوم الاخـرى • ويعنى بالنظرية فئة من التعميمات المتعلقة بتعلم وتعليم (تدريس) الرياضيات التى تهم معظـم الرياضيين التربويين • وهذا يتطلب أن يقوم بالعمل معا مدربون لهم خبرة فى التدريس وكفاءة ممتازة فى المحتوى الرياضى وفى التربية ، رياضيون يمتـازون بمعرفتهم فى الرياضيـات وبتفكيـرهم الريـاضى رياضيون تربويون ، باحثون فى مجالات أخـرى ولهـم ميـل وشغف فى تعلم الرياضيات ولهم أعمال فى بحـوث مرتبطة (١) (٢) (٤) • هـذه المجمـوعة من الاشـخاص تختبر وضـع الرياضيات التربوية وتطبيقاتها العملية الحالية لتكون فئة من التعميمات حول تعلم وتعليم الرياضيات هذه التعميمات تكون نقطة بداية (مثلها مثل المسـلمات أو البديهيـات فى المجالات الرياضية والعلمية) لترشيد البحوث فى الرياضيات التربوية • وبهذا فان فئة التعميمات سوف :

١ ـ تجذب ماهو معروف عن سيكولوجية التعلم •

٢ ـ توضح الطريق لعمل البحوث المرتبطة حيث تشتق الفروض من فئة التعميمات •

٣ ـ سوف توضح نتائج البحوث عما اذا كانت النظرية ممكن العمل بها أو كيف يمكن تقويتها وتطويعها ؟ •

وباختصار فان النظرية سوف تبين الطريق الى البحث ونتائج البحث قد يؤدى الى وضع اصطلاحات وصيغ على أساس أكثر دقة • وهذه تؤدى الى تكـوين جسـم منظم من المعـرفة مشتق بأسلوب علمى • وبهذا نامل أن يكون للنظرية دور فى مساعدة المدرس لفهم أكثر لتعليم وتعلم الرياضيات •

وقد استرشدنا برأى بيكر بوضع أسلوب جديد فى تعلم الرياضيات يعد كنظرية فى تعلم الرياضيات (٦) وذلك عن طريق تحليل الاساليب المختلفـة الحديثـة للتعلم ومعـرفة جذورها فى نظرية المعرفة وفى علم النفس ، دراسة الفاعلية التطبيقية فى طرق التدريس المشـتقة من هذه الاسـاليب ، الاسـتعانة بافكـار التربـويين والريـاضيين التربـويين ، الرياضيين فى الدراسة التحليلية لهذه الاسـاليب بالنسبة لمتغيرات تخص علم النفس ، التربية ، التدريس ، الرياضيات وطبيعتها النامية ، خصائص التلميذ • وقمنـا بوضع فئـة التعميمات للنظرية المقترحة فى صورة مبادىء بعضها يوجد بين هذه الاساليب وبعضها يكامـل بينـها ، وبعضها الاخـر أهملته هذه الاساليب وقد قمنا بوضعه عن طريق خبرتنا فى تدريس الرياضيات النامية (الحديثة والاحدث) فى الجامعة وخبرة طلاب البحوث فى تبسيطها للمراحل الادنى وكذلك عن طريق افكار الرياضيين المعاصرين الذين لهم خبرة فى خلق رياضيات جديدة ولهم شغف بالرياضيات التربوية •

ثالثا ـ مجالات البحث وتكنياته :

أ) بالنسبة لمجالات البحث فى الرياضيات التربوية كما أثارتها مؤتمرات عالمية ١ ، ٧ ، ٢٢ :

١ ـ بحوث فى تنظيم المنهج ، العـلاقة بين الموضوعات الرياضية وتسلسلها •

٢ ـ بحـوث نظـرية فى معنى ومداخـل الموضـوعات الرياضية

٣ ـ بحوث تاريخية للنمو الثقافى للموضوعات الرياضية (التفاعل بين النمو الحضارى ونمو الرياضيات) •

٤ ـ بحوث بديهية منطقية للموضوعات (والتركيبات) الرياضية

٥ ـ بحوث فى تكوين المفاهيم والبرهنة الرياضية •

٦ ـ بحوث فى طرق (تكنيات) التدريس ، طرق تقويم الانشطة التعليمية فى الرياضيات •

٧ ـ بحـوث فى اسـتخدام الاسـاليب (التكنيـات) الرياضية فى دراسة الاحوال التربوية •

٨ ـ بحوث حول التلاميذ الضعفاء فى تعلم الرياضيات•

٩ ـ بحوث حول التفاعـل النـاجح وغير النـاجح بين المدرس والتلميذ •

١٠ ـ بحوث حول المشكلات العامة فى التعلم والتعليم التى لاتخص الرياضيات •

١١ ـ بحوث حول قدرة التلميذ على قراءة الكتب المدرسية فى الرياضيات وعلى الدراسة الذاتية •

١٢ ـ بحوث حول تاثير أهمية الصرامة والدقة الرياضية للتلاميذ المبدعين ولهم تذوق جمالى للرياضيات •

ب) بالنسبة لطرق (أساليب أو تكنيات) البحث :

يستلزم الاتجاه الجديد فى بحوث الرياضيات التربوية تحديث أساليب البحث والمعالجات الاحصائية • فنحن نحتاج فى البداية الى استكشاف وجمع معلومات جـديدة عن تفاعل التلميذ مع العملية التعليمية لتساعد على وضع التعميمات (المبادىء الاولية) • أما اختبار صحة الفروض التى تشتق من التعميمات فتاتى فى مرحلة تالية لتوسيع جسم النظرية • وهذا يتفق مع رأى بجـل وويلسـون (٨) فى مراحـل البحث الاولى ، يجب التركيـز للبحوث على جمـع المعلومات أكثر من البحوث الخاصة باختيار صحة الفروض •

ومن جهة اخرى فان بعض المعالجات الاحصائية التقليدية تعطى صورة كلية عن أفضليـة طريقـة عن طريقـه ، ولكن لاتعطى صورة دقيقة عن فاعلية طريقة معينة بالنسبة لاى نوع من التلاميذ (قادرين وغير قادرين ـ مبدعين وغير مبدعين) أو بالنسبة للمكونات المختلفة للمادة الرياضية (مفاهيم ـ علاقات ـ حسابيات أو مهارات حسابية ـ نظريات ـ تركيبات) وعلى ذلك فانه لايكفى فقـط أن تعمـل مقـارنات باستخدام اختيارات المتوسط بين مجموعات التلاميذ على متغيرات سيرات الدراسات من خلال استخدام اختبارات أو التحليل المتعـدد أو التحليل الملتزم ولكن باستخدام خطوط الانحدار للتمييز الدقيق للطرق المناسبة للتلاميذ باختلاف أنواعهم كما يقترح كرونباخ وآخرون (٤) •

كذلك فى تقويم برنامج او وحده او كتاب مدرسى لم يعد يكفى معرفة نسبة نجاح التلاميذ او مدى تمكنهم فى التقويم ولكن ينادى بتحديد البروفيل لقدرات التلميذالمختلفة وذلك لكى يطوع التدريس كدالة للبروفيل لزيادة فهمالتلميذ للمفاهيم والافكار والموضوعات الرياضية الهامة• او يستخدم اسلوب التحليل المتميز المتعدد لتقويم مجموعة من البرامج او الكتب المختلفة (١٢) •

وقد اوصى كواجوشى ان تبنى طرق للبحث فى نظرية الرياضيات التربوية لتكون كاى نظرية علمية • واورد بعضا من هذه الطرق التى تستخدم فى الرياضيات التربوية نقدمها فيما يلى مع توضيحها ومناقشتها :

١ ـ طريقة ضبط المتغيرات :

تستخدم هذه الطريقة اذا كانت الدراسة لها عوامل كثيرة ونود ان نبحث اثر عامل متغير واحد بضبط العوامل الاخرى المراد تثبيتها • وهذه الطريقة مألوفة فى العلوم الطبيعية ولكن فى البحوث التربوية نجد انه ليس من السهل دائما ضبط العوامل المراد تثبيتها •

فمثلا فى بحث عن صعوبة المسائل (المشكلات) اللفظية اخذ كواجوشى العوامل الاتية التى تحدد الصعوبة :

ا ـ نوع العمليات الحسابية التى تستخدم فى حل المسالة •

ب ـ معنى العمليات الحسابية التى تستخدم للعلاقات الرياضية المكونة للمسالة •

جـ ـ النواحى التركيبية كخواص العمليات الرياضية كالعملية او معكوسها المكونة للمسالة •

د ـ عدد وترتيب العمليات المستخدمة فى المسالة •

هـ ـ تنظيم الكلمات او الالفاظ التى تعطى المعلومات الرياضية او العلاقات فى الجمل التى تعبر عن المسالة •

و ـ انواع الكميات الموجودة فى المسالة •

ز ـ نوع (مدى) الاعداد فى المسالة •

ولكى يبين تاثير العامل هـ على صعوبة المسالة ثبت العوامل الاخرى ، واستخدام طريقة التعليم المبرمج ليضبط بقصد احوال المتغيرات (المواد) التعليمية للتلميذ •

٢ ـ طريقة المقارنة :

هذه الطريقة اعم من الطريقة السابقة حيث يمكن اعتبار طريقة ضبط المتغيرات هى احدى طرق المقارنة • ويمكن ان تصنف هذه الطريقة الى النوعين التاليين :

أ) طريقة الدراسة التتابعية :

وهذه الطريقة تستخدم فى تحليل بحوث الباحثينالاوائل للتحقق عما اذا كانت نفس نتائجهم يتوصل اليها ام بمتابعة نفس برامج تعثهم كمتابعة بحوث بياجيه مثلا •

ب) طريقة المقارنة لمجموعات ضابطة :

وهذه يمكن تصنيفها ايضا الى النوعين :

ا ـ نفس المحتوى الدراسى ومجموعات مختلفة من التلاميذ •

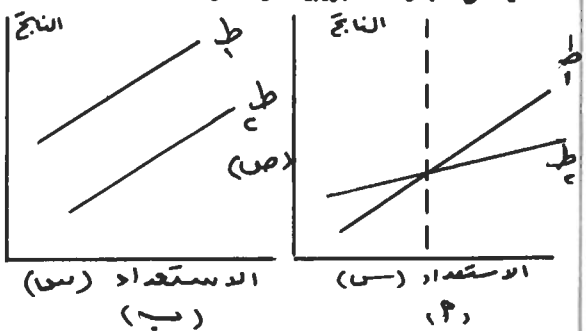
ب ـ محتويات دراسية مختلفة ومجموعات متكافئة (متوازية) من التلاميذ •

فمثلا يمكن استخدام الطريقة (ا) لدراسة الفرق بين اوجه التحصيل لمجموعتين مختلفتين من التلاميذ يدرس لهم بنفس الطريقة لنفس المحتوى الدراسى • وايضا يمكن استخدامها لمقارنة التلاميذ المتخلفين دراسيا والعاديينالذين لهم نفس العمر العقلى فى اوجه تفهمهم لمفاهيم الاعداد •

اما الطريقة (ب) فيمكن استخدامها لدراسة الفرق بين تحصيل مجموعتين متكافئتين من التلاميذ اذا درس لهم محتويان دراسيان مختلفان بعوامل مشتركة •

ويوجد طريقة اخرى تعتبر صورة لهاتين الطريقتينوهى طريقة دراسة الفرق بين التحصيل لمجموعتين متكافئتين من التلاميذ باستخدام طريقتين مختلفتين للتدريس (تدريس القائى ـ تدريس بالاكتشاف الموجه ـ تدريس مبرمج) وهنا يكون المحتوى الدراسى بنفس الترتيب المنطقى لنفس المقرر بنفس الاهداف ونفس الزمن •

وقد بين بيكر (٩) ان استخدام مثل هذه الطرق مستخدم فى دراسات جديدة ولكنها بعد كبير مختصة بالبحث عن افضلية طريقتين او اكثر بالنسبة لمجموعة واحدة او مجموعات متكافئة من التلاميذ • ولذا فقد اثار اهمية البحث فى فاعلية الطرق المختلفة لانواع مختلفة من التلاميذ حتى يمكن معرفة الطرق المختلفة التى تناسب الفروق الفردية للتلاميذ • ومن ثم فانه يتفق مع كرونباخ فى استخدام خطى الانحدار لطريقتين بالنسبة لقدرات واستعدادات التلاميذ لمعرفةفاعلية الطريقتين بالنسبة لمجموعات جزئية من التلاميذ (القادرين والضعفاء مثلا) • شكل (١) يبين ان كل خط انحدار يناظر طريقه ، وكل خط يمثل معادلة انحدار على الصورة ص = بس + جـ حيث جـ الجزء المقطوع من محور الصادات ، (ب) معامل الانحدار لمتغير (القدرات او الاستعداد) ، ص ، س يمثلا على الترتيب متغير الناتج (التحصيل) ، الاستعداد (او القدرات) ويوضح هذا الشكل (١) ان المجموعةالتجريبية يمكن تجزئتها الى مجموعتين جزئيتين الاولى للتلاميذ الاقوياء حيث تفضل لهم الطريقة للتدريس والمجموعة الثانيه للتلاميذ الضعفاء حيث تفضل لهم الطريقة للتدريس • اما شكل (١) ب فيوضح ان الطريقة هى الافضل لكل التلاميذ فى المجموعة التجريبية عن الطريقة



٣ ـ طريقة استخدام تحليل رياضى :

هذه الطريقة ليست محدودة بالمفهوم الضيق الذى يسمى بالاجرائيات الرياضية الاحصائية المستخدمة فى التقويم التربوى ، ولكن تتسع باستخدام الاجراءات الرياضية الخاصة

بالبنية الرياضية والطريقة البديهية • وهى تختص بتجريد الامور التربوية باعطائها او مماثلتها بتعاريف وبديهيات رياضية ومنها تستخلص بالبرهنة خواص وعلاقات مختلفة تطبق على الاحوال والظواهر التربوية الواقعية •

٤ ـ طريقة الاستيطان :

هذه طريقة لدراسة دوال الحجة والتفكير الرياضى بواسطة الاستيطان فى عملية التفكير للدارس او الباحث نفسه • وهى الطريقة التى يتضح منها كيف توصل او فهم المسالة ـ كيف فشل او نجح فى اختراقه للحل المبدئى ـ كيف نجح فى النهاية فى الحصول على فرصة الحل السليم بعد مسارات دائرية او بالمحاولة والخطا • ومن خواص هذه الطريقة انها تدرس عمليات التفكير بالتفصيل عندما ينجح الفرد على التغلب على الصعاب الماثلة امامه والطرق المسدودة وقد استخدمها الرياضيون فى معرفة مراحل الابداع ومنهم بوانكرية ، هادامارد والتى اعتبرها علماء النفس نواة لدراستهم فى هذا المجال (تيلور ١٠) •

كذلك استخدمها ساراج (١١) من خبرته الشخصية ومن دراسته فى التوصل الى تحليل الاخطاء وتصنيفها بالنسبة لمتغيرات خاصة بعدم الفهم وهى : عدم الوصول الى فكرة ـ التوصل الى الفكرة الخاطئة ـ اللف فى دورات (حلقات مفرغة) خرق الخواص ، او القوانين ـ الفشل فى الفهم حتى بعد اعطاء التفسيرات والتوضيحات •

ومن جهة اخرى تستخدم هذه الطريقة فى عمل المنهج بطريقة بنائية • فمثلا تستخدم فى بناء الوحدات البنائيةحيث تبنى الوحدة من تفاعل التلميذ مع مكونات الوحدة وهنا يصل التلميذ الى مستوى التمكين بعد تعمق الباحث فى عمليةتفهم التلميذ للافكار الرياضية المختلفة ومساعدته على التغلب على الصعوبات باستخدام مداخل او اساليب بديلة معروفةللباحث او يثيرها التلميذ او يقترحها فى بعض الاحيان •

٥ ـ طريقة تكنولوجيا التعليم :

وبهذه الطريقة يمكن استخدام الوسائل السمعية والبصرية فى تحليل عمليات التفكير للتلميذ • بالاضافة يمكن الاستعانة بشرح او توضيح دروس الرياضيات للمدرسين الاكفاء المسجلة فى شرائط فيديو لاستخدامها كمواد فى بحوث تنظيم المنهج ـ طرق (او تكنيات) التدريس ـ طرق التقويم للانشطة الرياضية • كما يمكن عن طريقها استخدام التدريس المصغر فى اعداد المدرسين ، فمثلا يمكن ان تسجل الدروس التى يعطيها الطالب فى التربية العملية بغرض عرضها للتحليل والنقد على مجموعة اخرى منالطلبة وذلك لتحسين تدريب واعداد المسئول ، ومن المحتمل انيكون للاجهزة الاليكترونية (والفيديو) دور كبير فى البحوث وفى التدريس مستقبلا • وتطبيق نتائج مثل هذه البحوث سوف يؤدى الى تحسين حيوى فى تدريس الرياضيات للمراحل المدرسية كما يقول كواجوشى •

٦ ـ طريقة الاسلوب التاريخى للرياضياتالتربوية:

وهى طريقة دراسة اوجه نمو الرياضيات التربوية من الماضى البعيد حتى الوقت الحاضر • ويمكن الاستعانة بهذه الطريقة فى تحسين التدريس الحاضر والمستقبل للرياضيات•

٧ ـ طريقة التربية المقارنة فى الرياضيات التربوية .

وهى طريقة دراسة الاوجه الحالية للرياضيات التربوية فى البلدان المختلفة للتعرف على المشكلات المختلفة والمشتركة وطرق حلها • وهذه قد تؤدى الى تحسين تدريس الرياضيات فى بلد معين • وتسهم المؤتمرات المحلية والعالمية فى ترشيد مثل هذه الطريقة •

رابعا : احد الاتجاهات المتميزة فى بحوثالرياضيات التربوية بمصر :

سلمنا فى هذا الاتجاه بوجوب تحديث البرامج المطورة فى البلاد المتقدمة والنامية ، والتى كما ذكرنا لم يطرأ عليها الا تعديلات طفيفة سطحية منذ وضعها من سنوات عديدة • وان يكون لهذا التعديل صفة الاستمرارية • ويستلزم ذلك معرفة اعمق واشمل بالرياضيات وخاصة التى تعتبر احدث من التى ادرجت فى هذه البرامج ، وكذلك معرفة تطبيقاتها ودلالتها فى النمو الحضارى وبكيفية تعلمها •

وقد سلمنا ايضا باهمية وضع اساس نظرى سليم لتعلم وتعليم الرياضيات سواء النامية (الحديثة والاحداث) او التقليدية بالاستعانة بافكار وآراء افراد متخصصين فى مجالات لها علاقة بتعلم وتعليم الرياضيات ، خاصة بمن لهم خبرة فى تدريس الرياضيات النامية ومتخصصين فى الرياضيات التربوية بصفة عامة وبتعلم الرياضيات بصفة خاصة •

ومن ثم فاننا نهدف فى هذا الاتجاه الى :

ا ـ ارساء قواعد نظرية لتعلم الرياضيات او بالاحرى وضع اطار لنظرية فى تعلم الرياضيات تتمشى مع طبيعة الرياضيات النامية •

ب ـ تحديث البرامج المطورة عن طريق تبسيط رياضيات تعتبر احدث مما ادرجت فى البرامج المطورة ولها دلالة فى نمو الرياضيات بحيث تؤدى الى معرفة اشمل وادق واعمق واكثر تكاملية فى مجالات مختلفة للتلميذ •

أ) بالنسبة لتحقيق الهدف الاول :

قد اتيحت لنا فرصة اخذنا فيها خبرة بتدريس بعض من الرياضيات النامية فى الجامعة مثل التوبولوجى العام ، الهندسات المختلفة على اساس بديهى سليم (هندسة المسلمات) ـ الهندسة المطلقة ـ الهندسة الاقليدية ـ الهندسات اللااقليدية ـ الهندسة الاسقاطية •ونتج عن ذلك اننا قمنا بعدة دراسات مختلفة : دراسة فاعلية طرق مختلفة لتدريس الرياضيات الحديثة بالجامعة (كما فى ١٣) ، دراسة مستويات التجربة التى تميز الرياضيات النامية (١٣ ، ١٤) ، دور الطريقة البديهية فى نمو الرياضيات (١٤ ، ١٥) دراسة نقدية لوضع الطريقة البديهيةومقترحات بشان تحسين تدريسها (١٤) •

ومن هذه الدراسات لمسنا الحاجة الى دراسة اعمق واقوى فى تعلم الرياضيات ، وقد لاحظنا انه وجد اتجاه حديث فى تحليل العملية التعليمية منذ الثورة التى حدثت فى الخمسينات لادخال الرياضيات الحديثة فى البرامج المطورة من جهة ومنذ الافكار التى فجرها بياجيه نتيجة لبحوثه فى نمو الذكاء والذى استخدم فيها نمو مفاهيم اساسية فى

الرياضيات الحديثة (والتقليدية) ونشأ من هذا الاتجاه أساليب حديثة فى تعلم الرياضيات او يسميها البعض جواز نظريات فى تعلم الرياضيات منها التعلم بالاكتشاف لبرونر التعلم الموجه لجانبه ، التعلم بالمعنى لاوسابل ، كما تولدت من التعلم بالاكتشاف والتعلم بالمعنى أساليب تسمى بالاكتشاف الموجه • الا انه من دراسة الفاعلية التطبيقية لهذه الاساليب المختلفة وجدنا انها لاتلمس الا المستوى البسيط من الافكار الرياضية الحديثة (أو التقليدية) ولا تناسب طبيعة الرياضيات النامية ومستويات التجريد التى تميزها باستخدام الطريقة البديهية وما يتبعها من أسلوب مميز للتعميم والتوحيد ، ومن ثم قمت بسلسلة من الدراسات ابتدانا بدراسة للاساليب الحديثة فى تعلم الرياضيات وتوضيح جذور هذه الاساليب فى علم النفس ونظرية المعرفة ، ودراسة فاعليتها التطبيقية (١٦) •

ثم اتبعنا هذه الدراسة بدراسة اشمل (١٧) حيث قمنا بتحليل الاساليب الحديثة حول عشرة متغيرات تخص عملية التدريس وطبيعة الرياضيات النامية وخصائص التلميذ • ووضعنا اطارا لأسلوب جديد فى تعلم الرياضيات يعتبر نواة لنظرية تعلم الرياضيات حيث ناقشنا فيه مبادئها • كماقدمنا تطبيقا للاسلوبالجديد الذىبنيناه فى تدريس احد التركيبات الرياضية المجردة (١٨) عام ١٩٨٠ م "

ب) بالنسبة للهدف الثانى :

البحوث التى قمنا ومانزال نقوم بها (مع طلاب البحوث) لتحقيق هذا الهدف تبين الفاعلية التطبيقية للاسلوب الجديد الذى بنيناه فى تعلم الرياضيات من جهة ، ومن جهة أخرى يفجر الجمود الذى لازم البرامج المطورة فى المرحلة الثانوية عن طريق تقديم رياضيات عالية ذات دلالة فى نمو الرياضيات وتساعد التلميذ على تفهم أعمق وأشمل لموضوعات فى متناول يده • او قد يكون لها صبغة جمالية ابداعية منطقية تشحذ النواحى الجيدة للتلميذ وتساعده على معايشة الروح الرياضية المتجددة وتذوق جمالها • ومسالة تبسيط مثل هذه الرياضيات لتناسب تلميذ المرحلة الثانوية ليست بالامر السهل • وذلك لان معظم مراجعها مكتوبةلطالب الجامعة أو الدراسات العليا • وقد يكون لافكارها جذور بدائية يمكن ان نجعلها ملموسة لتلميذ المرحلة الابتدائية الا انه يصعب معالجتها بشىء من الشكلية والصرامة لتلميذ المرحلة الثانوية (أو الاعدادية) • وعلى ذلك فتفاعل تلميذ المرحلة الثانوية مع البرنامج او الوحدة التى تحوى الافكار الاساسية لها (للرياضيات النامية) أمر هام • ومن ثم فقد اتبعنا فى معظم هذه البحوث عمل وحدات بنائية (كما اقترح رومبرج وديفولت وبين فاعليتها كنج (١٩) • حيث تبنى الوحدة فى بادىء الامر مع عينة صغيرة (٣ ـ ٦) تلاميذ • ويكون الباحث فيها قريب من التلميذ • لايهمه فقط أن يصل التلميذ الى مستوى التمكن باعطاء وقت أطول او استخدام توضيحات ووسائل • ولكنه عن طريق الاستيطان فى أسباب اخطاء التلميذ واستجاباته للافكار المختلفة وفى أساليب معالجة الاخطاء ، تعدل فى كل خطوة اجزاء الوحدة • كذلك تتحدد اى المداخل الرياضية يفضلها التلميذ • وقد يكون للتلميذ نفسه دور فى اقتراح يثير البدائل المختلفة لتقديم أو سير الفكرة الرياضية وفى رفضها او قبولها وعلى ذلك فالتقويم البنائى للوحدة ليس فقط التقويم الشكلى الكتابى (اختبارات باى صورة ....) ، ولكن بالمقابلة أو الاستبطان واستخدام أسئلة شفهية يقدمها الباحث أو يثيرها التلميذ او من اعمال يطلب من التلميذ عملها• وقد يستعان بعمل بروفيل لكل تلميذ او حساب الدولة المتميزة لاخذ صورة كلية ومفصلة عن التقييم • ثم تجرب الوحدة استطلاعيا على عينات أكبر كما فى الوحدات العادية • ومن البحوث التى اجريت (او مازالت تحت البحث) فى هذا الاتجاه • اى فى تبسيط الرياضيات النامية لتلميذ المرحلة الثانوية أو الاعدادية •

١ ـ بحث فى تقديم التكامل عن طريق نظرية القياس لتلميذ المرحلة الثانوية (٢) • وفيه يقدم تكامل أعم وأحدث فن التكامل الرياضى الموجود فى البرنامج المطور • وتقديم هذا الموضوع يتمشى مع مبادىء الاسلوب الجديد الذى بنيناه فى تعلم الرياضيات • اى ان هذا البحث يعكس فاعلية المدخل الرياضى والفاعلية التطبيقية لهذا الاسلوب الحديث كطريقة متكاملة فى التدريس • ومن جهة أخرى فهو يجرد معلومات التلميذ فى مجالات القياس المتعددة التى قابلها (الطول ـ المساحة ـ الحجم ـ الوزن ـ الاحتمال) ويكاملها فى ذهنه •

٢ ـ تبسيط نظرية تصنيف السطوح لتلميذ المرحلة الثانوية • هذا البحث يقدم تطويرا لتدريس الهندسة بادخال شكل جديد من الهندسة يمتد جذوره فى موضوعات للرياضيات النامية مثل التوبولوجى التجميعى ، التوبولوجى الجبرى ، التبولوجى الهندسى ، بجانب انه يعكس الروح الجديدة فى البحث فى الرياضيات كما يقدمها الرياضى المعاصر زيمان وله صبغة هندسية جمالية •

تحسين تدريس الهندسة الفراغية لتلميذ المرحلة الثانوية عن طريق تبسيط الهندسة الاسقاطية وهندسة المسلمات وهذا يعطى فكرة عن توظيف الرياضيات الحديثة فى اصلاح عيوب الرياضيات التقليدية وبنائها على أساس بديهى سليم • بجانب اعطاء فكرة عن نوع من الهندسات له صبغة جمالية ومنطقية وتطبيقية • كذلك الاستعانة باجهزة تركيبية ووسائل لتحسين الادراك الفراغى للتلميذ •

٤ ـ تطوير تدريس الهندسة الاقليدية المستوية بالمرحلة الاعدادية بتوضيح الاساس البديهى لها باستخدام النمو التاريخى للطريقة البديهية (أو النمو الرجعى للطريقة البديهية) • وهى طريقة اقترحها احد الرياضيين المعاصرين شيبانا • مع الاستعانة بوسائل واجهزة تركيبية لمساعدة التلميذ على اكتشاف المفاهيم والافكار الهندسية •

٥ ـ تبسيط الاحتمالات لتلميذ المرحلة الاعدادية مع توضيح الاساس البديهى لها واهميتها التطبيقية خاصة فى نمو مفاهيم الاحصاء عن (طريق المتغير العشوائى ودوال التوزيع) • مع الاستعانة بوسائل واجهزة تركيبه لمساعدة التلميذ على اكتشاف المفاهيم والافكار الاساسية للاحتمالات •

٦ ـ مدخل لتقديم الهندسة التحليلية عن طريق تركيب متجه الفراغ فى بعد وبعدين وثلاثة ابعاد (٢١) • وتقديم الهندسة التحليلية عن طريق المتجهات فى البرامج المطورة يقدم فى مرحلة متاخرة فى الهندسة التحليلية حيث تستخلص بعض افكار المتجهات من افكار اولية فى الهندسة التحليلية اخذها التلميذ من قبل ، اما فى هذا البحث ان افكار المتجهات

وتجريدها الى متجه الفراغ يكون مستقلا للمعلومات الاولية في الهندسة التحليلية والتى تبنى بطريقة منطقية من البعد الاول على أساس الافكار الاساسية للمتجهات (كالمتجهات المستقلة والمعتمدة خطيا ، المجموع الخطى للمتجهات) •

وبهذا يسهم بناء النظرية فى الرياضيات التربوية فى تحسين تعليم الرياضيات والتطوير المستقبلى فى مناهج الرياضيات بما يتمشى مع خصائص الرياضيات النامية والتطلعات الاجتماعية فى ظل الدراسات التربوية والنفسية وفى ظل تقدم الرياضيات ذاتها •

المراجع :

(1) A. G. Howson: "Developments in Mathematical Education." Cambridge University Press, 1973.

(2) H. B. Griffiths (et al): "Mathematics, Society, and Education." Cambridge University Press, 1974.

(3) E. G. Begle: "The role of Research in the Improvement of Mathematics Education. Proceedings of the first International Congress on Mathematical Eduction (ICME)." 1969.

(4) J. P. Becker: "Some aspects of Mathematics Education Research in the United States. Journal of Japan Society of Mathematical Education. (JPSME). Special Issue, 1971.

(٥) الحلقة السنوية لمركز تطوير تدريس العلوم جامعة عين شمس حول (دور البحث العلمى التربوى فى مصر فى تطوير التربية العلمية وتدريس العلوم والرياضيات) ١٩٨٠ م •

(٦) د• نظلة حسن خضر « نحو بناء أسلوب جديد فى تعلم وتعليم الرياضيات » مؤتمر تعليم الرياضيات ماقبل الجامعة سنة ١٩٨٠ ، القاهرة ١٩٨٠ م •

(7) T. Kawagachi: "Training of Mathematics Teachers in Japan." (JPSME), 1971.

(8) E. Begle & J. Wilson: "Evaluation of Mathematics Programs." (JPSME), 1971.

(9) J. Becker: "Research in Mathematics Education". The Role of Theory and Apptitude Treatment Interaction". (JPSME), 1970.

(10) C. Taylor: Scientific Creativity". John Wiley, 1963.

(11) Sarage: "How we do Mathematics." Lecture reed Fat Faculty of Education, Ain Shams University, 1977.

(12) D. Bock: "Contributions of Multiple variate Experimental Designs to Educational Research." Chapter 28 in Handbook of Multivariate Experimental Psychology, (ed)Reymond B Cattell, Chicago, Rand McNally, 1966.

(١٣) د• نظلة حسن خضر (فاعلية طريقتين لتدريس الرياضيات الحديثة بالجامعة) مجلد كلية البنات العاشر ١٩٧٩ م •

(١٤) د• نظلة حسن احمد خضر « دور الطريقة البديهية فى الرياضيات الحديثة (والاحدث) والتضمين التربوى لها » صحيفة التربية العدد الاول ١٩٧٧ م •

(١٥) د• نظلة حسن احمد خضر « أصول تدريس الرياضيات » عالم الكتب ١٩٧٤ م •

(١٦) د• نظلة حسن احمد خضر «حول تعلم الرياضيات» عدد سابق من مجلة التربية (التى تصدر عن اللجنة الوطنية للمنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم •

(١٧) د• نظلة حسن احمد خضر « دراسة تحليلية لاساليب حديثة فى تعلم الرياضيات » •

عدد سابق من مجلة التربية (التى تصدر عن اللجنة الوطنية للمنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم •

(١٨) د• نظلة حسن احمد خضر « نحو بناء أسلوب جديد فى تعلم وتعليم الرياضيات » بحث قرا فى مؤتمر تعليم الرياضيات قبل الجامعة ديسمبر ١٩ م •

(19) I. King: "... Development of an Elementary School Unit on Proof." (JPME), I, 1973.

(٢٠) عبد اللطيف الجزار « مدخل مقترح لتدريس التكامل ـ بواسطة مفاهيم نظرية القياس » رسالة ماجستير ـ كلية البنات جامعة عين شمس ١٩٧٧ م •

(٢١) مصطفى عبد السميع « مقالة تدريس الهندسة التحليلية بالمتجهات فى الصف الاول من المرحلة الثانوية » رسالة ماجستير ـ كلية التربية جامعة عين شمس ١٩٧٦ م •

(22) Proceedings of the 4-th International Conference for the Psychology of Mathematics Education, Part (A) on "Teaching and Learning Mathematics" – Berkeley, California, August 16-17, 1980.

(23) M. N. Sydamu Research on Mathematics Education reported in 1980. Journal for Research in Mathematics Education (JRME) July 7, 1981.