البـــاب الأول

البحـــــوث النظـــــرية

البحث الأول :

« حول تعلم الرياضيات »

مقـــــــدمة :

لم يحظ تعلم الرياضيات بأهمية خـــاصة قديما حيث كان الاهتمـــام مركزا على التعلم البشرى بصفة خاصة • ولكن زادت الحاجة حديثا الى المزيد من المعرفة فى مجال تعلم الرياضيات • وقد يكون مبعث هذه الحاجة النداء الذى ظهر فى هذا القرن (منذ الخمسينات) لتطوير مناهج الرياضيات وادخال الرياضيات الحديثة من جهة ، ومن جهة أخرى الى وجود علماء فى سيكولوجية التعلم لهم شغف خاص بتعلم الرياضيات • وقد كان بياجيه أحد الطلائع الذين أرسوا الأفكار الأساسية فى تعلم الرياضيات من خـــلال دراساته لنمو التفكير • وقد ساعده فى ذلك خلفيته القـــوية فى العـــــلوم والرياضيات خاصة الحديثه وحبه لها ،حتى أن أدواته التى استخدمها فى تجاربه تعتبر نموذجا لأفكار وتركيبات رياضية حديثة ، مما جعـــل بعض السيكلوجيين (غير الرياضيين) يجدون صعوبة فى دراسة أعماله فى بادىء الأمـــر •

وقد أثارت أعمال بياجيه بعض السيكولوجيين المهتمين بتعلم الرياضيات ومنهم برونر ، دينيز ، سكمب ، جانييه ، أوسابل • فوضع كل منهم اطارا لأسلوب فى تعلم الرياضيات • وقد أخذنا من هذه الأساليب تلك التى يمكن اعتبارها مستقلة ومكملة بعضها البعض وهى أساليب : برونر للاكتشاف ، جانييه للتعلم الموجه ، أوسابل للتعلم بالمعنى •

ومن ثم فاننا سنقدم فيما يلى فكرة عن نظـــــرية بياجيه وتعـــــلم

الرياضيات كتمهيد ثم نقدم الأساليب الثلاثة لبرونر وجانييه وأوسابل وتوضيحها بأمثلة فى تعلم الرياضيات ، مع الاشارة الى الفاعلية التطبيقية لهذه الأساليب والى جذورها فى علم النفس ونظرية المعرفة •

تمهيد : نظرية بياجيه وتعلم الرياضيات ـ مبادئها وتضامينها التربوية •

كان لنظرية بياجيه دورا فعالا فى سرعة وتغير النظريات السيكولوجية الخاصة بتعلم الرياضيات وتدريسها • ومن الصعب مناقشة سيكلوجية تعلم الرياضيات هذه الأيام دون أن نشير الى فضل بياجيه الرئيسى فى هذا المجال • ولا يقتصر تأثيره فقط على سيكلوجية التعلم اذ يعده كثير من السيكلوجيين فى مقام فرويد بالنسبة للعلوم السلوكية • الا أن البعض ما زال يعارض ويشكك فى درجة صدق دراساته •

ونظرية بياجيه قامت من دراسة مراحل نمو التفكير على أساس عمليتى التمثيل Assimilation والتكييف (أو التطويع) Accomodation •

ولسنا هنا بصدد عرض نظريته أو نتائجها فى التربية بصفة عامه وفى تدريس الرياضيات بصفة خاصة فقد أوردناها فى أعمال سابقه (٦) • ولكن نقدم هنا المبادىء الأساسية لنظريته وتضامينها التربوية التى تبلورها الأساليب محل دراستنا أو التى نستند اليها فى مناقشاتنا فيما بعد • ومن المشوق أن نشير هنا الى أن ملاحظات بياجيه على أخطاء الأطفال وطبيعتها وأنماطها وتوافقها فى المراحل المختلفة هى التى أثارته (مثلها مثل الاجابات الصحيحة) لبحث ودراسة نمو التفكير على مدى نصف قرن من الزمان •

والمبادىء التى نقدمها فيما يلى اما مبادئه الأولية أو المبادىء كما وضحها غيره أو بلورها هو نتيجة لدراساته المستمرة وقدمها فى مؤتمرات عالمية للرياضيات التربوية Mathematical Education (فى مرجع ٣)

وهى مبادىء واستنتاجات ، بعضها مرتبط ومتداخل ، تتعلق بطبيعة التفكير والاستعداد والاكتشاف وتعلم الرياضيات الحديثة •

مبادىء واستنتاجات لنظرية بياجيه :

١ ــ الطفل النامى ينمو تفكيره (تركيبه العقلى) باستمرار مارا بمراحل محدودة (بيولوجية) • هذه المراحل لها علاقة كبيرة أو صغيرة بالعمر • الا أنه يوجد اختلافات بينة فى المستويات الحضارية أو البيئية المختلفة بالنسبة لمعدل النمو • فطبيعة التكيف توحى بأن معدل النمو دالة لما يقابله الطفل فى بيئته •

وقد قدم شالمان مبدأ التوازن الذاتى Autoregulation or Equilibration كمبدأ هام يفسر نظام بياجيه لمراحل النمو (العقلى) • فهو يقول ان بياجيه يرى نمو التفكير كمتتابعة من عدم الاتزان يتلوها تطويع يؤدى الى حالات جديدة من الاتزان • ويحدث عدم الاتزان نتيجة تغير طبيعى Ontogenic كلما نضج الطفل • وقد يحدث أيضا كرد فعل من الداخل Input من البيئة • وحيث أن عدم الاتزان غير مريح فالطفل يحب أن يطوع نفسه الى أحوال جديدة عن طريق تطويع نشط لتركيب تفكيره الحالى • ويعتقد بياجيه أنه فى الانسان البالغ فقط ينمو الذكاء الى نقطة يكون فيها نطاق الأفكار والرموز هى التى تقوم كمنبع بيئى لعدم الاتزان •

هذا وقد استفاد برونر من هذا المبدأ فى تحليل الاكتشاف فى أسلوبه •

٢ ــ توجد علاقة وطيدة بين عمليات التفكير والمنطق الرياضى • ويعتقد بياجيه أنه يوجد كدالة لنمو التفكير ككل ، تكوين تلقائى وتدريجى لتركيبات رياضية ممنطقة أولية Elementary Logico Mathematical Structures

وهذه التركيبات للنمو الطبيعى أقرب لما يستخدم فى الرياضيات

الحديثة عنها فى التقليدية • ويقول بياجيه أنه حتى فى مرحلة الاحساس والحركة قبل تعلم اللغة ، يبنى الطفل تكوينات بالتمثيل Assimilation Schemes عن طريق تكرار حركاته وتعميمها • وهذه التكوينات ترتب نفسها بقوانين مقاربة لقوانين المنطق والتركيبات الرياضية • فقد يجمع الطفل تكوينين أو يفرقهما أو يجعل أحدهما ينتمى الى الآخر ، أو يشترك مع الآخر ، أو يوافق التكوينات بنوع معين من الترتيب أو التناظر الأحادى أو تناظر واحد لكثير أو كثير لواحد • أى باختصار توجد قوانين منطقية تحكم حركات وأنشطة الطفل ليكون حقيقة ما فى ذهنه • فمثلا حركات الطفل تكون مجموعة من الازاحات لها خواص تركيب المجموعة Group Structure فى الرياضيات — لها خواص الابدال والتيسيق والعنصر المحايد والمعكوس — يصل على أساسها الطفل الى أن الجسم يظل شكله ثابتا مهما قرب منه أو بعد عنه بازاحات متتالية بأى ترتيب •

٣ — نشاط الطفل (لعبه وممارسته) بالأدوات يعد عاملا أساسيا يساعد على التوازن الذاتى (والتمثيل والتطويع) • وقد أدى ذلك المبدأ الى المناداه باعطاء الفرص للطفل لكى يكون نشطا يمارس ويلعب ويجرب بالأدوات ليكتشف بنفسه الأفكار الرياضية بأساليب ملموسة ، فذلك يسهل له بعد ذلك التجريد فى المراحل المستقبلة — وقد استعان برونر بهذا المبدأ فى أسلوبه •

وفرق بياجيه بين نوعين من الخبرة التى يكتسبها الطفل نتيجة لاكتشافه خبرة طبيعية (مادية) Physical Experience وخبرة رياضية منطقة Logico Mathematical Experince • ففى الخبرة الطبيعية تكون المعاملة بالأشياء (اللعب مثلا) لاكتشاف خواص الأشياء نفسها مثل مقارنة أوزانها أو كثافتها •••

أما فى الخبرة الرياضية المنطقة فلا يكتشف الطفل الخواص المادية فحسب ولكن الحقائق الرياضية عن طريق اللعب بهذه الأشياء (تنسيقها أو توافقها) • ومن المشوق أن نعرض فى هذا الصدد مثالا ذكره بياجيه

يميز نوعى الخبرة من رياضى كبير عندما كان فى سن الرابعة أو الخامسة • فحين كان يسلى نفسه فى الحديقة بأخذ عدد من الحصى ويضعهم فى خط مستقيم ويعدهم من اليمين الى اليسار فيجدهم عشرة ، ثم يعدهم من اليسار الى اليمين فيجدهم عشرة ، ثم يضعهم على شكل دائرة فيجدهم عشرة • أى فى أى اتجاه وبأى حصوة يبدأ بها • أى أنه وجد أن المجموع عشرة لا يعتمد على ترتيب أو وضع الحصى • من الواضح أنه لا المجموع ولا الترتيب تعتبر خواص مادية ولكن خواص رياضية • ففى مثل هذه الحالة يكتشف الطفل أن جمع الحصى يعطى نتيجة مستقلة عن وضع الحصى — هاتان الخبرتان قدمهما دينيز على أنهما يشتملان على المتغير الادراكى والمتغير الرياضى •

٤ — لكى نعرف ما اذا كان الطفل مستعدا لتعلم مفهوم (أو مبدأ أو نظرية •••) نحلل هذا الذى نريد تعليمه ونقارنه بما نعرفه عن تركيب تفكيره (تكوينه المعرفى العقلى) فى هذا السن (مرحلة النمو) • فاذا توافق الاثنان امكن تدريس هذا المفهوم والا فيجب أن ننتظر حتى يصل نمو التلميذ الى مرحلة الاستعداد المطلوب • وقد أدى مبدأ الاستعداد هذا لبياجيه الى محاولة التطلع الى دراسة أقصى سرعة يمكن بها الطفل أن يعبر من مرحلة الى مرحلة نمو تالية للتفكير •

— وقد عدل هذا المبدأ برونر فى أسلوبه •

٥ — الرياضيات الحديثة أقرب الى ذهن التلميذ من الرياضيات التقليدية • فقد بين بياجيه أن الطفل يصل الى مفاهيم أولية للرياضات الحديثة مثل الفئة ، علاقة أكبر من وعلاقة أصغر من ، الفئات المتكافئة ، التناظر الأحادى ، العدد الترتيبى والعدد الكاردينالى قبل أن يعرف ما هو العدد • كما أن مفاهيم الهندسة الاقليدية أبعد عن تفكير الطفل من مفاهيم أولية فى التوبولوجى مثل الجوار ، الداخل ، الخارج والاتصالية • وكذلك مفاهيم المساحة والحجم والوزن وقوانينها أبعد عن ذهن التلميذ من مفاهيم

أولية فى القياس مثل علاقة التكافؤ وخواصها ، علاقة أكبر من وعلاقة أصغر من ، الفصول المتكافئة ودالة القياس •

٦ — من الضرورى أن نقرب بين التركيبات الرياضية (العقلية) المنطقة للمدرس وتلك التى عند التلميذ فى مراحل نموه المختلفة • ولقد اقترح بياجيه (فى مرجع ٣) لذلك الاعتبارات التربوية الآتية :

(أ) الفهم الحقيقى لمفهوم أو نظرية يتطلب اعادة اختراعه (أو اكتشافه أو تعميم نشط) بواسطة التلميذ • وهنا يكون دور المدرس الحقيقى هو اعداد الظروف واثارة الدوافع التى تخلق فى التلميذ حب الاستطلاع والبحث عن حل • وفى حالة وجود صعوبات بالنسبة للتلميذ يمكن للمدرس مساعدته على تصحيح خطأه ليس بالقول ولكن أيضا عن طريق اجراءات نشطة بأمثلة مماثلة ومخالفة ليكتشف التلميذ خطأه بنفسه •

(ب) يصل الطفل (حتى فى أقصى مراحل نموه عند البلوغ) الى الفهم عن طريق لعبه وممارسته واكتشافاته قبل أن يستطيع التعبير لغويا عن فهمه للشىء (سواء مفهوم — نظرية — مبدأ أو قاعدة) • أى أن التلميذ يدرك الشىء حدسيا قبل أن يعبر عنه لغويا (أى يصل اليه العقل الباطن اليه قبل العقل الواعى) • فالتلميذ يملك قدرات كبيرة (غير واعية) للعقل الباطن بجانب قدراته الخاصة بالعقل الواعى • ويمكن للمدرس أن يساعد التلميذ على الادراك اللغوى بعد التوصل اليه حدسيا اما عن طريق المناقشات المناسبة ، أو عن طريق تنظيم العمل فى مجموعات فى نفس السن• (أو يكون أحدهم أكبر سنا يعتبر كقائد لهم) يناقشون فيما بينهم ما يؤدى الى التوصل الى الفهم اللغوى (التعبير بالفهم باللغة) أو الادراك بطريقة محببة •

(جـ) بالنسبة للرياضيات الحديثة تكون التمارين (المشكلات) أكثر كيفية Qualitative وهذا يتطلب من المدرس أن يقدم خلفية نظرية

مسبقة ومعالجة مجـــردة لمفاهيم وعمليات أولية • بعـكس الرياضيات التقليدية التى تكون فيها التمارين كمية Quantitative وتحتاج الى جهد نظرى قليل وتعتمد اعتمادا كبيرا على الحسابات والمهارات بما فيها من تعقيدات مفتعلة • ومن ثم يرى بياجيه أنه لتـدريس تمارين الرياضيات الحـــديثة لا غنى عن اســتخدام المســتويات الملموســـة الكيفيـة Quantitative Concrete Levels كخطوة أولى • ويقصـد بذلك التمثيلات أو النماذج المستخدمة التى تناسب المستوى المادى المنطقى عنـد التلميذ ، وتأجيل المعالجة المجردة الرسمية Formalization الى لحظة حدوث تنظيم Systematization للمفاهيـم (الأفـكار ، المبادىء ، العـلاقات ••) التى حصل عليها • ويعنى هذا استخدام الحدس قبل استخدام الطريقة البديهية (طريقة المسلمات أو المصادرات أو الطريقة التنفيذية) Axiomatic Method • وحيث أن الحدس الرياضى ذو عمليات Operational أساسا ، وطبيعة تكوين التركيبات ذات العمليـات تتطلب أن نفصـلها أو نجردها من المحتوى ، فان التجريد النهائى يجب أن يمهد له عن طريق تكوين هذه التركيبات الأولية الحدسية • وعلى ذلك فالتجريد (المعالجة الرسمية) يجب أن يسمح له بتكوينه أو بنائه فى وقته وليس لكونه مدفوع بواسطة ضغوط غير ناضجة Premature Constraints •

فى النقطة التالية سوف نرى أن برونر بلور بعضا من هذه المبادىء والاستنتاجات التى ذكرناها لبياجيه ، وخالف بعضها واتخذ منها خطا فريدا فى أسلوبه •

١ — برونر والتعلم بالاكتشاف •

ليس من الصواب القول بأن برونر Jerume Bruner هو الذى خلق التعلم بالاكتشاف discovery learning فقد أثاره ووضح فائدته بياجيه ، كما أن الثورة التى حدثت فى مناهج الرياضيات لادخال الرياضيات الحـديثة صـحبها نداء من الرياضيين (والرياضيين التربويين) الاوائل المطورين لهذه المناهج باستخدام طرق الاكتشاف • الا

أنه نجح فى بلورة الأفكار الرئيسية للاكتشاف وأرسى أساس نظرى للتعلم بالاكتشاف وعمل على نشرها •

ويتميز أسلوب برونر للتعلم بالاكتشاف بمبدأين ، يختص أحدهما بمراحل الفهم (أو التعلم بالاكتشاف) والثانى بعملية الاكتشاف (٢) كما نوضح فى النقطة التالية •

١ ٠ ١ ــ مبادىء برونر للتعليم بالاكتشاف •

أولا : ركز برونر على الخبرة الملموسة للمتعلم وممارسته ولعبه بالمواد (التعليمية) وقدم ثلاثة مراحل يسميها البعض (٣) استراتيجيات الفهم أو بالأحرى التعلم بالاكتشاف يمر بها المتعلم وهى :

(أ) المرحلة الأولى هى مرحلة النشاط (التفكير التقويرى) enactive level وهنا يتعامل المتعلم مباشرة بالمواد والأشياء المحسوسة •

(ب) المرحلة الثانية هى مرحلة الصور الذهنية Iconic level وهنا يفكر المتعلم فى الأشياء ذهنيا دون التعامل المباشر معها ــ أى يتعامل المتعلم بالصور الذهنية للأشياء وليس بالأشياء ذاتها •

(جـ) المرحلة الثالثة هى المرحلة الرمزية Symbolic level وهنا يتعامل المتعلم بالرموز مباشرة بطريقة مجردة دون استعمال الصور الذهنية للأشياء •

ويعتقد برونر أن عملية الاكتشاف تلعب دورا رئيسيا فى التعلم كلما سار المتعلم فى هذه المراحل •

ثانيا : الاكتشاف فى نظر برونر ليس شيئا خارجا عن المتعلم • ولكن الاكتشاف يتضمن اعادة تنظيم للأفكار المعروفة سابقا فى ذهنه لكى يبنى

تناسقا أكثر لياقة بين هذه الأفكار الموجودة فى ذهنه وبين التنظيم الموجود فى الشىء الجديد الذى يقابله والذى يجب أن يطوع تفكيره له ببنائه تنظيما جديدا يتفق معه •

من الواضح أن مراحل (استراتيجيات) الفهم لبرونر وتتابعها تنبع من تفسير برونر لنظرية نمو التفكير (الذكاء) لبياجيه • كما أن برونر استفاد من بياجيه بالجزء الخاص بلعب الطفل وتعامله مع المواد الملموسة وركز عليه فى نموذجه لنمو الفهم • أما المبدأ الثانى لبرونر فهو يتفق مع فلسفة التربية المصاحبة لسقراط (من الديالوج بين مينو وأفلاطون الذى وصل فيه العبد الى فهم ما يتضمن فى تضعيف مساحة المربع ، حيث بين سقراط فى هذا الديالوج انه لا يدرس للعبد شيئا جديدا وانما هو ببساطة يساعده على اعادة تنظيم واحضار ما يعرفه) •

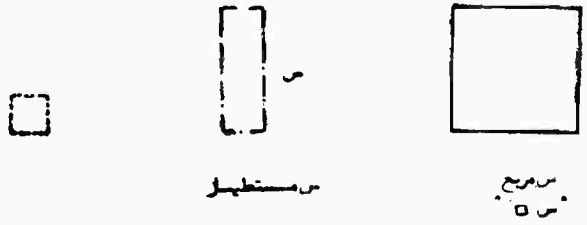
وعموما يمكننا القول بان افكار برونر ومبادىء نظريته تمتد جذورها الى افلاطون من خلال هجل وديوى ، كما تأثرت سيكلوجيا بالجشتالط فى الثلاثينات ، وحديثا ببياجيه (٤) •

ولتوضيح مراحل الفهم وعملية الاكتشاف لبرونر نقدم فيما يلى مثالا استعان به برونر من عمل دينيز (٥) •

١ • ١ — مثال فى الرياضات لتوضيح مراحل وعملية الاكتشاف لبرونر :

فى وحدة تدريسية يقدم للتلاميذ فى سن ٨ سنوات ثلاثة انواع من قطع مسطحه من الخشب سميت للاختصار مسطحات Flats • المسطح الأول سمى مربع مجهول او س مربع ، والمسطح الثانى سمى مستطيل ١ س أوس (الذى ابعاده س ، ١) ، والمسطح الثالث مربع صغير سمى ١ × ١ أو ١ • كما يتضح من شكل (١) •

وبعد السماح للتلاميذ باللعب بهذه المسطحات واعطائهم فرصه لعمل اشياء بها والاحساس بها تقدم لهم المشكلة • المشكلة هى هل يمكنك عمل



شـــكل (١)

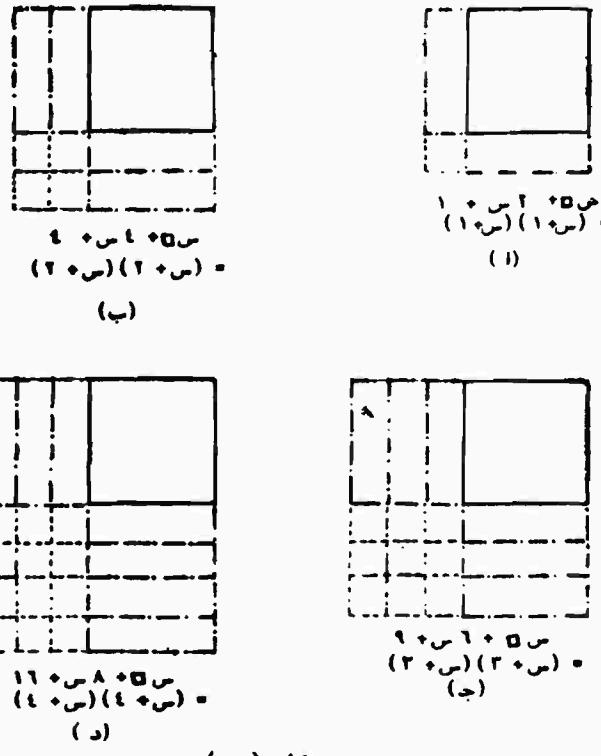
مربع أكبر من « س مربع » باستخدام المسطحات التى تريدها (تلزمك)• ولم يكن هذا بالصعب على معظم التلاميذ فقـــد استطاعـــوا عمل مـــربع كالموجود فى شـــكل (٢) أ • ثم يسأل برونر التلاميذ ان يصفوا ما عملوه• ومن اجابتهم : لدينا واحد س مربع واثنين مستطيل س وواحد ثم يسألهم بعد ذلك ان يسجلوا ما عملوه • وقد يقترح عليهم استخدام بعض الرموز فالرمز « س^{٢} » يمثـــله بمربع س وعلامة + بـــدلا من و) وعـــلى ذلك فالقطع المسطحه المستخدمة يمكن وصفها : س^{٢} + س + ١ •

وللوصول لطريقة اخرى لوصف المربع الجديد الذى عملوه يشير اليهم بان يصفوا اى ضلع من المربع الجديد • فبأخذ س ، ١ على احد الاضلاع يساعد التلميذ عـــلى وصف هذا الضـــلع أنه س + ١ والمـــربع على انه (س + ١) (س + ١) • وبعد العمل على الاقواس وفكها ، فان طريقة كتابة المربع بهاتين الصورتين الاساسيتين تساعدهم على وصـــف يســـهل الاجراءات التى استخدموها ، وهى الكتابه بالطريقة :

$$س^{٢} + ٢ س + ١ = (س + ١) (س + ١)$$

ويستمر التلاميذ فى عمل مربعات اكبر والتوصل الى الرموز التـــى تصفها كما يوضح شـــكل (٢) ب ، ج •

ويفترض برونر انه عند نقطة ما يبدأ التلاميذ فى اكتشـــاف النمط • فكما ان السينات س تزداد بالمعدل ٢ ، ٤ ، ٦ ، ٨ فان الواحـــدات تتبـــع النمط ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ • وتستخـــدم الأســـئله الموصـــله (المـــوجهه) —



شـــكل (٢)

سقراطيا ليدعم الاكتشاف • ولو ان التلاميذ لا يستطيعون فى البداية ان يتبينوا النمط (الشفرة بلغة برونر) فان برونر يقول انهم سوف يشعرون بوجود نمط ويحاولون اكتشافه • ويوضح برونر بعد ذلك كيف ينقل التلاميذ اثر التعلم الى العمل على قضيب الميزان • فالتلاميذ فى اعتقاده لم يتعلموا فقط المعادلات من الدرجة الثانية ولكن الاهم انهم تعلموا شيئا عن اكتشاف الخصـــائص الرياضـــية المنتظمـــة Mathematical regularities ·

ومن هذا المثـــال يصف برونر بصفة عامة عملية التعلم (بالاكتشاف) بانها تحدث بالطريقة الآتية : يجد الطفل من ممارسته ولعبه بالادوات نوعا من التنظيمات regularities تناظر التنظيمات الأوليـــة التى قـــد فهمها من قبل • فما عمله الطفل لبرونر ما هو الا البحث عن نـــوع مـــن التناظر بين ما يعمله فى العالم الخارجى وبعض النماذج التى استوعبهـــا عقله من قبل • أى ان الاكتشاف (كما ذكرنا) يتضمن تنظيما داخليا لما هو

معروف من قبل لتكوين تنظيم جديد يتفق مع الافكار والمعلومات التى يريد المتعلم تطويعهـا •

ومن تحليل المثـال السابق يتضح انه ليس فقط المتعلم الذى يمـر بمراحل مختلفة للفهم ولكن المـادة الرياضية ايضا يمر تقديمها بمـراحل مختلفة من المستوى البسيط الملموس الى المجرد • فعندما تعامل المتعـلم بالمسطحات فمعنى ذلك ان المشـكلة الرياضـية مقدمه بطـريقة ملموسه inactive mode •وعنـدما نسـاعد التلميـذ (المتعـلم) ان يتفهـم المشـكلة عن طريق وضع اى عدد من المسطحات فاننا قد تحولنا الى عرض المـادة بطريقة الصور الذهنيه ikonic mode حيث يكون التعامـل بصور الأشياء الذهنيه • وعندما استطاع المتعلم فى النهـاية البـدء فى استعمال الرموز المجردة اى بالتفـكير فى الرمـوز س ٢ ، س ، ١ دون الاستعانة بالصور الذهنيه فانه يكون قد استطاع ان يتعامل بالمشكلة فى المستوى الرمزى • فالمشـكلة الرياضـية واحـدة ولكن الذى تغير هـو التطويع فى طرق تقديمها • وفكرة برونر عن مراحل تبسيط المادة الرياضية مع مراحل الفهم ولد مبدأه عن الاستعداد وفيه يقـول برونر « أى مـادة يمكن ان تدرس بطريقة فعالة ، بامانة عقليه لاى طفـل فى أى مرحـلة لنمـوه » •

وقد حير مبدأ الاستعداد لبرونر الكثير ومنهم بياجيه • الا ان بياجيه قال فى احد تعلقياته « انه اذا كان يعنى برونر ما جاء بمبدئه حرفيا فهذا غير صحيح • فيوجد دائما اشياء لا يستطيع الطفل تعلمها ، وبخاصـة بطريقة عقلية امينه اما اذا كان يعنى برونر اننا نستطيع اخـذ تقـريبا كل شىء وبطريقة ما نعيد بناءه بحيث يصبح موازيا لمرحلة نمو التفكير العقلى للطفل فان ذلك سيكون سليما » (٤) •

فمبدأ الاستعداد لبرونر لا يشمل فقط الطفل ولكن المـادة ايضا • فالمـادة فى نظره يمكن تقديمها بالصورة التى يتشكل بها عقل الطفل فى أى سن أو فى مرحلة نموه ، وبهذا فهو يتفق مع بياجيه (٦) ، (٤) •

وتتضح الأهمية التطبيقية للاطار النظرى الذى وضعه برونر للتعلم بالاكتشـــاف من النقطة التالية •

١ • ٣ ــ الفاعلية التطبيقية للتعلم بالاكتشاف لبرونر :

لم تبين نتائج البحوث التجريبيه بصفة عامة افضليه طريقة الاكتشاف عن الطرق الاخرى بالنسبة للتعلم الوقتى (المباشر) immediate ولا بالنسبة للتذكر بعد فترة • الا ان افضليتها تبرز عندما نأخذ معيـــار نقل أثر تعلم المبادىء الى حالات جديدة او فى عمل التطبيقات وفى تحسين الاتجاهات نحو الرياضيات (٤) ، (٧) ، (٨) • ومع ذلك فان طريقة برونر (للاكتشاف) اصبحت محببه وواسعة الانتشار خاصة فى المرحلة الأولى • حيث اعتمدت الى حد كبير على استخدام الأدوات والنمـــاذج ووجـــوب اشتراك التلميـــذ بنشـــاط ، وكذلك على مبدأ برونر فى امكانية تبســـيط الرياضيات فى المراحل المختلفة ، وايضا على اعمال دينيز (٩) الذى قـــدم من تصميمه وسائل وأدوات وأجهزه تتضمن افكارا رياضية عالية بصـــورة مبسطه • فمن جهة بسط دينيز بعض مفاهيم ومبادىء الرياضيات العالية لتناسب التلميذ فى المرحلة الأولى ، ومن جهة أخرى وضحت اعماله فاعلية طريقة الاكتشاف لبرونر فى هذه المرحلة • وقد بنى دينيز منهج TPNG للرياضيات على أساس مراحل برونر واحد أهدافه نمو استخدام المرحلة الرمزية • وقد بينت التجارب التى قام بها برونر ومجموعته فى هـــارفارد صدق مراحل الفهم لبرونر • الا ان التجارب بينت انه قد يوجد اختلاف فى مراحل برونر بالنسبةللتلاميذ من بلدان ذات مستوياتحضاريةمختلفة(١٠)• بالاضـــافة الى انه لا يوجد دراســـات عـــلى تلاميذ فى مـــراحل أعـــلى ثانوية أو جامعية توضح ثبات (أو صدق) هذه المراحل للتلميذ ذى الخلفيات الرياضية المختلفة أو بالنسبة للمستويات المختلفة من التجريد • كما ان الدراسات التجريبيه لم توضح امكانية الاسراع فى اجتياز مراحل الفهـــم لبرونر • حيث بينت الدراسة ان اتقان أى مرحلة من مراحل الفهم (نشاطيه

ـ صور ذهنيه ـ رمزيه) لا يؤدى الى اتقان للمرحلة التالية (٨) • الا ان الدراسات وضحت ان فاعلية طريقة الاكتشاف تتغير اذا ما أخذنا فى الاعتبار مكونات المـادة الرياضية : مفاهيم ـ علاقات ومبادىء ـ مهارات حسابيه ـ تطبيقات واخذنا فى الاعتبار الفروق الفردية بين التلاميذ : قادرين ـ غير قادرين (٧) • ولا يوجـد دراسـات توضح فاعلية طريقة الاكتشاف بالنسبة للمكونات الرياضية المتعلقة بالبرهان والتركيبات الرياضية باختلاف مستويات تجريدها التى يفتقر اليها أسـلوب برونر فى معالجته •

٢ ـ التعلم الموجه لجانبيه :

تنبثق نظرية جانييه Robert M. Gagné من عملية التعـلم وعلاقتها بالمحتوى المراد تعلمه • وهو كبرونر يركز على التعـلم كعمليه process ولكن يختلف عنـه فى عـدم أخـذه فى الاعتبـار مـراحل (استراتيجيات) التعلم والمتعلم بصفة عامة •

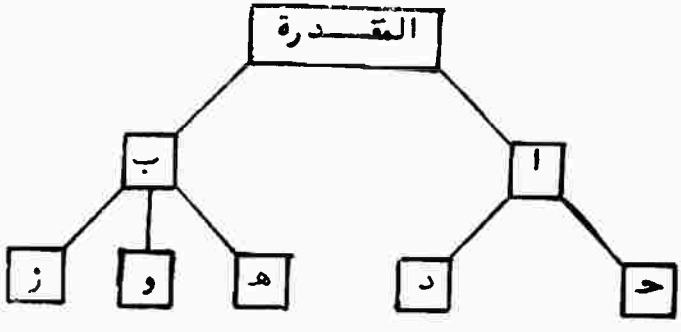
وتعتمد نظرية جانييه للتعلم الموجه guided learning على مبدأ تحليل العمل task analysis ليوجه التعليم توجيها كليا •

فيبدأ جانييه بتحليل العمل للاهداف التدريسية ويسـأل « ما هـى الأوجه المختلفة للاشياء التى نريد التلميذ ان يتعلمها ؟ أو بلغة أخـرى ما الذى نريد ان يستطيع عمله التلميذ ؟ هذه المقـدره capability (أو ما يسميها أيضا المهارة العقلية intellectual skill) يجـب ان تصاغ بطريقة محددة وسلوكية • ويعنى جانييه بالمقـدرة القـدرة عـلى القيام بأعمال معينة تحت ظروف معينة • قد تكون المقدرة هى القدرة على حل متسلسلات عدديه أو القدرة على حل مسائل (مشكلات) فى الهندسة • هذه المقدرة يمكن اعتبارها السلوك النهائى وتوضـع فى قمة السـلم (أو الشكل الهرمى) • وبعد ذلك يسأل جانييه ما الذى تحتاج ان تعرفه لتعمل هذا العمل ؟ فمثلا لا يمـكنك ان تقوم بالعمل الا اذا عـرفت العمـلين

المتطلبين أ ، ب ومن ثم يبدأ تكوين السلم (الهرم) التعليمى كما يبين شكل (٣) .

شكل (٣)

ولكى نستطيع عمل العمل أ يجب ان تكون أولا قادرا على عمل جـ ، د ، وللقيام بالعمل ب لابد ان تستطيع عمل الأعمال هـ ، و ، ز كما يبين شكل (٤) ومن ثم يستطيع الفرد ان يبنى هذا الهرم من المتطلبات prerequisities الأولية الى متطلبات المقدرة المطلوبة .



شكل (٤)

وقد بنى جانييه نموذجا لمناقشة المستويات المختلفة لمثل هذا السلم . فاذا كانت المقدرة النهائية المطلوبة هى المقدرة على حل المشكلات فيجب على المتعلم ان يعرف أولا مبادىء معينة . ولكن لكى يفهم هذه المبادىء يجب ان يعرف مفاهيم معينة . ولكن المتطلب الاساسى لهذه المفاهيم هو بعض الحقائق أو العلاقات البسيطه الأولية المميزه بعضها عن البعض . ويستمر فى التحليل حتى ينتهى من الحجر الأساسى للتعلم .

وبعد تكملة هذه الخريطة من المتطلبات يطبق جانييه اختبارات تشخيصيه diagnostic ليحدد ما الذى أتقن منها فعلا . ومن

نمط الاجابات لهذه الاختبارات التشخيصية يتحدد بدقه ما الذى يجب ان يدرس (هذا النموذج يؤدى الى برمجة للمـاده الرياضـية والتعـليم المبرمج) • وعندما تبنى المتطلبات تدرس بطريقه محكمة يمكن بناءها من التحليل السابق •

ومن ثم فالتعلم الموجه يركز على أهمية بناء المعلومات أو الخبـرات التعليمية فى ذهن الفرد عن طريق بناء الاساسيات اللازمة • وعلى ذلك فمبدأ تحليل العمل يستند على بعض افكار بياجيه التى أوضحت ان تكوين المفاهيم يتطلب تكوين مفاهيم أولية له فى ذهن الفرد (مثل تكوين مفاهيم الفئات ، العلاقة $<$ ، $>$ ، العدد الترتيبى ، العدد الكاردينالى ، الفئات المتكافئة ، التناظر الاحادى قبل تكوين مفهوم العدد للتلميذ (٦) • الا ان جانييه بلور هذه الأفـكار ووضعها فى قالب نظرى يمكن تطبيقه • ومن جهة أخرى يمكننا ان نقول ان جذور موقف جانييه يمتد الى الارتباطيين الانجليز (هيوم) ، بيركلى ، لوك) والامريكيين (ثورنديك ، واتسون ، هل، سكينر ، أو سجود) ويمتد أيضا قديما بما بـدأه ارسطو — حيث تتبـع فكرتهم لنظرية المعرفة epistomology من الفكرة البسيطة : يبـدأ عقل الطفل بلوح خاليه • ويوصف النمو البشرى بتأثيرات تصاعدية للخبرة، ما تعلم يعتبر دالة للخبرة الجـديدة التى ستنقش فى اللوح الخـالى • وعلى ذلك فالتعلم يمكن ان يكون جمعى additive أو متصل بمعنى أنه ما سوف يتعلم يضاف ويتصل بما قد تعلم من قبل •

١٠٢ — مثال لتوضيح المتطلبات التعليمية :

شـكل (٥) يوضح المتطلبات التعليمية للعملين س ، ص كمـا قدمه جانييه ١٩٦٨ (٤) •

٢٠٢ — الفاعليه التطبيقية للتعلم الموجه لجانييه :

قام جانييه واتباعه بعديد من الدراسات لاختبار مبدأ تحليل العمـل وبنائه السلمى للمعرفه ، حيث اتضحت فاعليتهما التطبيقية • الا ان تجاربهم

يميز نوعى الخبرة من رياضى كبير عندما كان فى سن الرابعة أو الخامسة • فحين كان يسلى نفسه فى الحديقة بأخذ عدد من الحصى ويضعهم فى خط مستقيم ويعدهم من اليمين الى اليسار فيجدهم عشرة ، ثم يعدهم من اليسار الى اليمين فيجدهم عشرة ، ثم يضعهم على شكل دائرة فيجدهم عشرة • أى فى أى اتجاه وبأى حصوة يبدأ بها • أى أنه وجد أن المجموع عشرة لا يعتمد على ترتيب أو وضع الحصى • من الواضح أنه لا المجموع ولا الترتيب تعتبر خواص مادية ولكن خواص رياضية • ففى مثل هذه الحالة يكتشف الطفل أن جمع الحصى يعطى نتيجة مستقلة عن وضع الحصى — هاتان الخبرتان قدمهما دينيز على أنهما يشتملان على المتغير الادراكى والمتغير الرياضى •

٤ — لكى نعرف ما اذا كان الطفل مستعدا لتعلم مفهوم (أو مبدأ أو نظرية •••) نحلل هذا الذى نريد تعليمه ونقارنه بما نعرفه عن تركيب تفكيره (تكوينه المعرفى العقلى) فى هذا السن (مرحلة النمو) • فاذا توافق الاثنان امكن تدريس هذا المفهوم والا فيجب أن ننتظر حتى يصل نمو التلميذ الى مرحلة الاستعداد المطلوب • وقد أدى مبدأ الاستعداد هذا لبياجيه الى محاولة التطلع الى دراسة أقصى سرعة يمكن بها الطفل أن يعبر من مرحلة الى مرحلة نمو تالية للتفكير •

— وقد عدل هذا المبدأ برونر فى أسلوبه •

٥ — الرياضيات الحديثة أقرب الى ذهن التلميذ من الرياضيات التقليدية • فقد بين بياجيه أن الطفل يصل الى مفاهيم أولية للرياضات الحديثة مثل الفئة ، علاقة أكبر من وعلاقة أصغر من ، الفئات المتكافئة ، التناظر الأحادى ، العدد الترتيبى والعدد الكاردينالى قبل أن يعرف ما هو العدد • كما أن مفاهيم الهندسة الاقليدية أبعد عن تفكير الطفل من مفاهيم أولية فى التوبولوجى مثل الجوار ، الداخل ، الخارج والاتصالية • وكذلك مفاهيم المساحة والحجم والوزن وقوانينها أبعد عن ذهن التلميذ من مفاهيم

محدوده على الافكار الرياضية البسيطة ولم تشمل المفاهيم المعقدة المثلة لما هو موجود فعلا فى برامج الفصل الدراسى (٩) • وقد بينت البحوث أهمية أسلوب جانييه فى بناء وحدات تحتوى على مفاهيم وأفكار رياضية جديدة مختلفة فى درجة تعقيدها قدمت للتلاميذ فى المرحلة الأولى (١٠) ، (١١) ، (١٢) • حيث تبين امكانية عمل وحدة بنائية باستخدام مبدأ تحليل العمل لجانييه لتقديم البرهان المنطقى للصف السادس الابتدائى عن طريق ست نظريات فى نظرية الاعداد وكذلك بناء وحدة فى الاحتمالات والاحصاء لتلميذ المرحلة الابتدائية تشمل المفاهيم الأولية البسيطة •

ومن ثم فان التعلم الموجه لجانييه يعتبر أحد الدعائم النظرية الأساسية لبناء الوحدات الدراسية والمنهج بصفة عامة عن طريق الوحدات البنائية (٩) • الا ان أهميته التطبيقية ظهرت فى بحوث تتعلق بالمفاهيم البسيطة ومعظمها خاص لتقديم موضوعات جديدة لتلميذ المرحلة الابتدائية وما زلنا نحتاج الى بحوث فى هذا المجال لبيان فاعلية أسلوب جانييه التطبيقية للافكار الرياضية المعقدة (المختلفة فى مستويات تجريدها) للمراحل الأعلى •

وقبل ان ننتقل الى الاسلوب الثالث لاوسابل نقدم فكرة عن اتجاه سائد فى بحوث يقرب بين التعلم الموجه والتعلم بالاكتشاف كما نوضح فى البند التالى •

٢ • ٣ ــ الاكتشاف الموجه بين التعلم الموجه والتعلم بالاكتشاف والفاعلية التطبيقية له •

يوجد عدة بحوث عديدة تأخذ موقفا متوسطا بين اتجاه برونر للاكتشاف وجانييه للتعلم الموجه • وفيها تستخدم طرق تسمى بالاكتشاف الموجه guided discovery • ففى الاكتشاف الموجه يوجه التلاميذ بعناية على خط معين ليكتشفوا التنظيمات والحل بأنفسهم وهم يمدون بارشادات (مفاتيح للحل Clues) بأسلوب برنامجى ولكن الصيغة

الحقيقية للمبدأ أو حل المشكلة تترك لهم • وتختلف طرق الاكتشاف الموجه بالنسبة لدرجة التوجيه فيهـا (وقد استخدم برونر نفسه شيئا من التوجيه فى تجـاربه) • واقترح ويتـروك Wittrock (٤) ان يميز درجـة ونوع التوجيه عن طريق عما اذا كانت القاعدة أو الحل أو كليهما معطى للمشكلة التى تدرس • جدول (١) يوضح الاحتمالات الأربع لذلك •

القاعدة	الحل	نوع التوجيه
معطى	معطى	القاء exposition
معطى	غير معطى	اكتشاف موجه (استدلالى أو قياسى)
غير معطى	معطى	اكتشاف موجه (استقرائى)
غير معطى	غير معطى	إكتشاف بحت

جـدول (١)

فعند تدريس أى شىء نجد ان المدرس قد يمارس توجيها كليا على سلوك التلميذ أو لا يوجه اليه أى توجيه ، أو يعطى توجيه بدرجـات متفاوته • وهذه تحدد طريقة من طرق اكتشاف موجهة وبحته الى طـرق القائية • ومن ثم فانه لا يوجد طريقة واحدة للاكتشاف •فقد أوضح مثلا ويتروك ــ كما يبين الجدول السابق ثلاث طرق للاكتشاف : الاكتشـاف الموجه الاستدلالى والقياس والبحت •

وقد لا حظنا من البند السابق ان طرق الاكتشاف وبحوثها معظمهـا منصبة على المرحلة الأولى • أما طرق الاكتشاف الموجـه فاستخدامهـا وتجريبها غالبا ما يـكون على مراحل أعلى • وقد بينت بعض التجـارب بوجه عام فاعلية طرق الاكتشاف الموجه عن طـرق الالقاء التقليدية أو الاكتشاف البحث • فمثلا اعد جـانييه وبرون (١) ثلاثة مـواد تعليميـة مبرمجه لتـدريس التلاميذ ن من حـدود متسلسـلات (أو بالأخـرى متواليات) مختلفة : وقد عملا ثلاثة برامج مختلفة • أحدهم ، يعطى قانون (القاعـدة) مجموع المتسلسلات ويعطى أمثلة (بالطريقـة التقليدية) ،

والثانى بطريقة الاكتشاف الموجه يتطلب تحليل فى اشتقاق القانون ، الثالث يتطلب اكتشاف مستقل وتقدم الارشادات فقط عند الاحتاج اليها • كما بينت الدراسة تفوق طريقة الاكتشاف الموجه فى تقديم مفاهيم مجردة لتكامل ليبيه لتلميذ المرحلة الثانوية فى وحدة بنائية (١٣) • وأوضحت الباحثه (الكاتبه) فاعليه طريقة الاكتشاف الموجه بالنسبة لمستويات معينة لطلاب الجامعة عندما تقدم المادة التدريسية عن طريق مشكلات واقعية أو تاريخية وتكتشف فائدتها التطبيقية فى نمو المادة حيث كانت المادة مقرر عام دراسى فى التوبولوجى التحليلى وآخر فى هندسة المسلمات (٤) •

٣ ــ التعلم بالمعنى لاوسابل :

يركز أوسابل David P. Ausubel على المحتوى المراد تعلمه والنتاج product ولا يهتم بالمتعلم وبالتعليم كعملية process فى أسلوبه •

وفى رأى أوسابل أنه ليس كل تعلم بالاستقبال reception هو تعلم بالحفظ ، وليس كل تعلم بالاكتشاف يكون ذا معنى ، وهو يفرق بين التعلم بالاكتشاف والتعلم بالمعنى فيقول : « فى التعلم الاستقبالى (سواء بالحفظ أو بالمعنى) يكون كل المحتوى المراد تعلمه مقدم للمتعلم فى صورته النهائيه • التعلم لا يتضمن أى اكتشاف مستقل بالنسبه للمتعلم • فالمطلوب منه أن يدخل internalize المادة المقدمه له لكى يكون سهل الحصول عليها أو ممكن استرجاعها فى المستقبل • ففى حالة التعلم بالمعنى ، العمل أو المادة ذات المعنى الكامن تكون فهمت وأصبحت ذات معنى فى عملية الادخال • أما فى حالة التعلم بالحفظ فان التعلم اما أن يكون غير ذى معنى كامن أولا يصبح ذا معنى فى عملية الادخال • الصفة الاساسية فى التعلم بالاكتشاف أن المحتوى الأصلى المراد تعلمه غير معطى ولكن يجب أن يكتشف بواسطة المتعلم قبل أن يدخله بمعنى فى تركيبه المعرفى cognitive structure • • • • • • • • فالفرق هو أن أول عمل تكتشف

شيئاً • فأول مرحلة فى التعلم بالاكتشاف تتضمن عملية مختلفة تماما عنها فى التعلم بالمعنى • فالمتعلم يجب أن يعيد تنظيم تجميعات متكاملة بطريقة تولد الناتج المرغوب النهائى أو يكتشف علاقة غائبه • عندما يتم الاكتشاف فان المحتوى المكتشف يصبح ذا معنى بنفس الطريقة التى تصير بها المادة المقدمة ذات معنى بالتعلم الاستقبالى (الالقائى) • وعلى ذلك فمن الواضح أن التعلم الاستقبالى والتعلم بالاكتشاف نوعان مختلفان من العمليات وأن معظم التدريس بالفصل منظم على خطوط التعلم الاستقبالى• وواضح ان التعلم بالمعنى ليس بالضرورة تعلم بالحفظ ، وأن المادة ذات المد الفكرى ideational (مفاهيم أو تعميمات) يمكن ادخالها وتبقى ذات معنى بدون خبرة سابقه لحل المشكلة • وأنه لا يوجد مرحلة للنمو يجب فيها على المتعلم أن يكتشف باستقلال لكى يفهم أو يطبق بطريقة المعنى » (٤) •

وأسلوب أوسابل للتعلم بالمعنى meaningful learning يقوم على المبدأ التالى : يكون التعلم ذا فاعلية اذا كان ذا معنى • ويمكن زيادة قيمته بتقديم المنظم المتقدم (منظم لترقيه المفاهيم) advanced organizer • وقد وصف أوسابل المنظم المتقدم بأنه صيغة شفوية أو تحريرية مقدمه قبل المادة المراد تعلمها وتكون على درجة أعلى من التجريد والعمومية والاحتواء من المادة المراد تعلمها •

ويفترض أوسابل ان المنظم المتقدم يقوم بعمل رسو فكرى ideational anchorage بمعنى أنه عند تقديم موضوع جديد فان المنظم المتقدم يقوم بملاءمة الموضوع الجديد بوضعه فى اطار (أو تخطيط) موسع Large scheme عن طريق احضار المعلومات السابقة المالوفة للمتعلم وعمل اثارة للتعلم المقبل (١٥) ، (١٦) •

وقد أعطى كوهين ونوفاك (١٥) تعريف تكوينى constructive

للمنظم المتقدم « أنه التركيب العقلى الذى به يحضر المتعلم لموقف يجعل خبرته ذات معنى ويحدث التعلم بالمعنى عندما يمكن ربط المادة المراد تعلمها بالتركيب العقلى المعرفى » .

وقد أوضح أوسابل انه فى حالة التعلم بالمعنى يكون العمل أو المادة ذات المعنى الكامنه potentially قد فهمت أو أصبحت ذات معنى فى عملية الادخال (الادراج) internalization

ومبدأ المنظم المتقدم يوضح ان أسلوب أوسابل يعضد ان بداية (أو خلق) التعلم تبدأ من أعلى السلم التعليمى (عكس جانييه ، ومثل برونر) . فيبدأ أوسابل المادة التدريسية (المتتابعة) بفئة الصيغ المنظمة بمستوى أعلى من التجريد (أو العموميه والشمول) بما سوف يتعلم . أى يبدأها بالمنظم المتقدم ، بطريقة الالقاء (أو العرض) exposition ويستخدمه ليكون تصعيدا (ومد) فكرى ideational scaffolding وبه يتصل ما يعرفه المتعلم بما سوف يتعلمه ويخلق ايضا تنظيما أو تركيبا سوف يتضمن التعلم الجديد .

وقد اجمع الباحثون (١٥) على ان الخصائص الواضحة للمنظمات المتقدمة يجب ان تكون :

١ — تمد بتصعيد فكرى .

٢ — تزيد التمييز بين المادة المتعلمه الجديدة والأفكار المرتبطة المتعلمة السابقة .

٣ — له تأثير توفيق تكاملى integrative reconcillation على مستوى من التجريد والعمومية والاحتواء .

ولكى يكون المنظم المتقدم ذا فاعلية قصوى يجب ان يصاغ باللغة ،

والمفاهيم ، والفروض ، والقضايا المألوفة للمتعلم وباستخدام توضيحات وتشابهات analogies مناسبه .

ويلاحظ ان أسلوب أوسابل يستند الى أفكار بياجية الخاصة بعمليتى التمثيل والتطويع ومبدأ التوازن الذاتى بصفة جزئية . حيث تنبع فكرته للمنظم المتقدم من كيفية تسهيل التعلم بجعل عملية الادخال القائمة على هذه الأفكار ذات معنى ويقرب بين التنظيم السيكلوجى والمنطقى للمادة . أما جذور أسلوب أوسابل فى طبيعة المعرفة وعملياتها فلا تنبع مباشرة من تقاليد العقلانيين والعمليين كتلك التى لأساليب برونر وجانييه (على الترتيب) ولكنها تأخذ موقفا متوسطا بينها حيث تعكس بعض عناصر أسلوبيهما (٤) .

وحتى يتضح المنظم المتقدم نقدم صور استخدمها أوسابل وغيره من الباحثين . فمثلا أوضح أوسابل ان المنظم المتقدم هو عبارة عن قطعة مصاغة لغويا يمكن اعتبارها خلاصة لما سوف يتعلمه التلميذ بحيث تكون أكثر تجريدا وتعميما واحتواءا للمحتوى الأساسى المراد تعلمه ، وتتكون من بضعة مئات من الكلمات كما قدمها أوسابل فى بحثه فى الطبيعة (١٢) . كما قدم كاليهان المنظم المتقدم فى بحثه (١٥) على انه قطعة مكتوبه من ٣٠٠ كلمه مقدمه مباشرة قبل المحاضرة تتضمن نظرية النهاية الأساسية والمحاضرة كانت عن الاحصاء . أى ان المنظم المتقدم يمكن أخذه على أنه خلاصة مختصره مصاغه بلغة مجردة أكثر عمومية وشمولا للمادة المقدمة. الا انه فى معظم الدراسات استخدم الباحثون صورا مختلفه من المنظم المتقدم مثل : صيغ لاهداف سلوكية ، صيغ رياضية مجردة خالية بتعمد من الفئة المعرفية cogactive set ، مباريات ، تطبيقات ، تداولات . فترة مركزه من التنظيم المتقدم تسبق المادة المتعلمه ، صيغ مكتوبة متعددة الاختلاف ، مقدمات تاريخية ، رسومات وتخطيطات فوازير puzzels ، شرائط فيديو أو حتى فئات من مواد ملموسه (١٥) (١٦) .

٣ ٠ ١ــ مثال لتوضيح المنظم المتقدم :

باستخدام المفهوم الرياضى « العامل المشترك الأعلى (ع ٠ م ٠ أ) كمنظم متقدم الذى يعطى بطريقة القائيــة expository يمكن ملاحظــة كيف تنظم المــادة النواحى الهامة للمفهوم ٠ فاذا نظرنا الى البرنامج الآتى (وهــو مستوحى من عمل اليــوت (١٨) كمنظــم متقــدم : (أ) لايجاد ع ٠ م ٠ أ للعددين ن١ ، ن٢ نجد ان الخطوات تأخذ فى الاعتبــار معرفة التلميذ للمفــاهيم الجزئيــة : القواســم (العــوامل) والتقاطع اما اذا لم يكن يعرفها التلميذ فانه يعطى البرنامج (ب) (جـ) كما يأتى :

(أ) ايجاد ع٠م٠ أ للعددين ن١ ، ن٢ ٠

١ ــ أوجد عوامل (قواسم) العدد ن١ ٠
٢ ــ أوجد عوامل العدد ن٢ ٠
٣ ــ أوجد العوامل التى تكون مشتركه (بمفهوم تقاطع الفئة) ٠
٤ ــ عين أكبر هذه العوامل فيكون ع ٠ م ٠ أ ٠

(ب) ايجاد عوامل العدد ن

١ ــ أوجد كل الأعداد الصحيحة من ١ الى ن ٠
٢ ــ أوجد كل البواقى لكل الأعداد الصحيحة المقسومة على ن ٠
٣ ــ وضح أى الأعداد لهــا بواقى صفر ٠
٤ ــ اختار أى عدد منها يكون قاسم (عامل) ٠

(جـ) ايجــاد التقاطع :

(أ) هل يوجد عناصر مشتركة بين الفئتين س ، ص ؟
(ب) أوجد هذه العناصر المشتركة ٠

وعلى ذلك بتقديم ع ٠ م ٠ أ عن طــريق هذا المنظــم المتقــدم (البرنامج السابق) نجد ان العامل المشترك الأعلى أرسى anchored

على مفاهيم مفروض ان تكون مألوفه للتلميذ — أنظر الخطوات — مثل المفاهيم الجزئية ∃ ، ∩ ، = ، +ى ، ر التى يجمعها مفهوم التقاطع •

من الواضح ان ع • م • أ أكثر احتواءا من الموضوعات التى ستعلم أو تساعد التلميذ ليفسر المفاهيم (الأدنى فى الترتيب) بصحه • ويمكن للمدرس ان يختار أى طريقة لتقديم المفاهيم الجزئية للعوامل والتقاطع ، بحيث تكون متآلفة مع أسلوب تعلم التلميذ learning modality • ويقول أوسابل انه لأخذ متغير الوقت فى الأعتبار يمكن فصل المفاهيم الجزئية مثل العامل (القاسم) والتقاطع ، ومعاملتهم معاملة قائمة بذاتها وترك ع • م • أ ليجمعها أو يصعدها فكريا للمعلومات الجديدة المراد الحصول عليها •

٢٠٣ — الفاعلية التطبيقية للتعلم بالمعنى لاوسابل :

ولو أنه يوجد عدد محدود من البحوث المتعلقة بالمنظمات فى تدريس الرياضيات ، الا ان عددا من الباحثين وجدوا أن المنظمات المتقدمه ذات فاعلية فى تدريس الرياضيات • ولكن البعض وجدوا ان المنظمات المتقدمة ليس لها دلالة فى تسهيل تعلم الرياضيات (١٥) • فمثلا فى بحث (لروى) عن تأثير المنظم المتقدم والخبرة الملموسة فى تعلم مفهوم المتجهات فى المدرسة الثانوية ، وجد ان التلاميذ القادرين (فى الصف العاشر) يستطيعون تعلم مفاهيم المتجهات وان المنظم المتقدم له تأثير فى تسهيل التعلم • كما ان استخدام الصور والمواد الملموسه لها نفس التأثير بالنسبة للصف ٨ — ١٠ • ومن جهة أخرى ففى بحث (لكورنى) عن الفاعليه النسبية للمنظمات المتقدمه فى الأكتساب acquistion والتذكر retention ونقل أثر التعليم بالنسبة للنظام العددى الخماسى ، وجد أنه لا يوجد فرق ذو دلالة فى الأكتساب ، والتذكر أو النقل بين المجموعات التى تعلمت باستخدام المنظمات المتقدمة أو بالحفظ أو بالمعنى (٨) •

ولا يزال البعض الآخر من الباحثين يدعى انه لقياس التأثير الحقيقى للمنظم المتقدم يجب الا يقارن تأثيره على التعلم بالنسبة لمجموعات ضابطه ليس لها منظم متقدم • ولكن أيضا بالنسبة للحالة التى يوضع فيها المنظم مباشرة بعد المـــادة المتعلمه حيث يسمى بالمنظم البعدى Post organizer

وقد تبين من بعض الحالات أن المنظم البعدى له تأثير مسهل على تعلم الرياضيات ، فمثلا فى بحث (لرومبرج وويلسن) عن تأثير المنظمات المتقدمة والبعدية عند استخدامها معا لنفس العمل المتعلم وجد أن التأثير المنفصل على التذكر ليس جامعا additive ولكن يوجـــد تفاعل واضح بين المنظمين • أى يوجد تداخل للمنظمين على تذكر الرياضيات(١٥)•

ويعتقد بعض الباحثين مثل كاليهان أن الاختبارات القبلية والبعدية قد تعمل بعض الارشادات الادراكية perceptual cues ولكنهـــا لها تأثير أقل ما يمكن كتأثير منظم خارجى • وقد تبين من دراسته أن المنظم البعدى له تأثيره فى تسهيل التعلم المباشر للمحتوى عن المنظم المتقـــدم • وأن استخدام المنظم المتقدم قد لا يكون وسيلة فعاله فى تســـهيل تعـــلم المحتوى المرتبط بمبدأ رياضى مقدم فى مستوى الجامعة بطريقة الالقاء •

وبوجه عام يمكن القول بأن البحوث المتعلقة بالمنظمات والتى تعكس أسلوب أوسابل تطبيقيا ما زالت تحتاج الى مزيد من الاهتمام •

مما سبق يتضح أن كلا من التعلم بالاكتشاف والتعلم الموجه والتعلم بالمعنى يستند الى أساس نظرى يمتد جذوره فى علم النفس ونظـــرية المعرفة • كما أن كلا من هذه الأساليب فى التعلم له فاعليته التطبيقية فى مجالات مختلفة ، الا أن كلا من هذه الأساليب والبحوث التجريبية الخاصة بها لم تتعامل الا مع المكونات البسيطة للرياضيات النامية (الحـــديثة والأحدث) ولم تأخذ فى الاعتبار تعلم الطريقة البديهية ومستويات التجريد التى تميز هـــذه الرياضيات •

المـراجع

1. J. P. Becker : «Some aspects of Mathematics Education Research in the United States.» Journal of Japan Society of Mathematical Education (JSME), Special Issue 1971.

2. J. S. Bruner : «The process of Education». Harvard University Press, 1960.

3. H. Philip : «Mathematical Education in developing countries - some problems of teaching and learning». in A. G. Howson» Developments in Mathematical Education». Cambridge University Press, 1973.

4. L. S. Shulman : «Psychology and Mathematics Education». in 69th Yearbook of the National Society for the Study of Education, University of Chicago Press, 1970.

5. J. S. Bruner : «Towards a Theory of Instruction». Cambridge, Masse Belknap Press, 1960.

٦ ــ نظلة حسن أحمد خضر : « أصول تدريس الرياضيات » عالم الكتب ١٩٧٤ •

7. H. T. Olander, H. C. Robertson : «The effectiveness of Discovery & Expository methods in the Teaching of 4th Grade Mathematics». (JRME), 4, 1972.

8. M. Suydam (etal) : «Research on Mathematical Education». (JRME), 4, 1972.

9. T. Romberg & M. Devault : «Mathematics Curriculum needed Research». Journal of Rescarch and Development in Education; 1. 1967.

10. I. L. King : «A Formative Development of an Elementary School Unit on Proof». (JRME), 1, 1973.

11. T. Romberg, J. Shepler : «Retention of Probability Concepts.» (JRME), 1, 1973.

12. J. Shepler : «Parts of a systems approach to the development of a unit in probability & statistics». (JRME), 1, 1970.

١٣ ــ عبد اللطيف الجزار : « مدخل مقترح لتدريس التكامل بواسطة مفاهيم نظرية القياس » •

رسالة ماجستير ــ كلية البنات جامعة عين شمس ١٩٧٧ •

١٤ ــ نظلة حسن أحمد خضر : « فاعلية طريقتين لتدريس الرياضيات الحديثة بالجامعة »

حولية كلية البنات ــ المجلد العاشر •

15. H. Callihan H. Bell : «The effect of specially constructed Advanced Organazers & Post Organizers on Mathematics Learning». International Journal of Mathematical Education in Science & Technology (IJMEST), Vol, 9, No. 4, 1978.

16. Elliot : «Computer (glass boxes) as Advance Oranizers in Matnematics Instruction». (IJMEST), Vol, 9, No. 1, 1978.

17. D. V. Ausubel «The use of Advance Organizers in Learning & Retention of Meaningful verbal material». In D. T. Gow (ed) «Design and development of curricular materials», Instructional Design Articles, Vol, 2. 1978.

18. D. B. Ausubel : «Some Psychological aspects of the Structure of Knowledge : Op - cit., pp. 24 - 37.