الفصل الرابع
تطبيقات استخدام الكمبيوتر

أولاً : بعض تطبيقات أنظمة وأساليب التعلم بالكمبيوتر :

(١) التعلم بالاكتشاف الموجه في برامج الكمبيوتر (أنظمة الخبرة) :

تتضمن الأنظمة الحالية للتعلم بمساعدة الكمبيوتر CAL قسمين هما :

(أ) برامج ذات مجال ضيق Small Scale ويطلق عليها برامج محدودة أو (باراديجماتية) Paradigmatic .

(ب) برامج ذات مجال واسع Large Scale وتسمى البرامج القائمة على نظام الخبراء Expert System Based Programs .

يركز النوع الأول من هذه البرامج على مجالات محدودة مثل إنماء المهارات الرياضية وبعض الألعاب المتصلة بها . وتعد بمثابة أسس لعمل البرامج ذات المجال الواسع ؛ فمثلاً : برنامج مكون من حوالي ١٢ قاعدة (أو ١٢ جملة أمرية) لحل مشكلة معينة يسمى برنامج ذو مدى ضيق . أما أنظمة الخبرة (أو البرامج ذات المجال الواسع) فتكون برامج كبيرة. والبرامج الصغيرة (النوع أ) تكون عادة غير مكتملة ؛ فمثلاً : برنامج يسمى BUGGY كان يستخدم لتدريب الطلاب المعلمين (طلاب التربية العملية) على تشخيص أخطاء تلاميذهم ، ولكن لم يمكن استخدامه لإنماء ذكاء هؤلاء التلاميذ كما هو الحال في برامج أنظمة الخبرة .

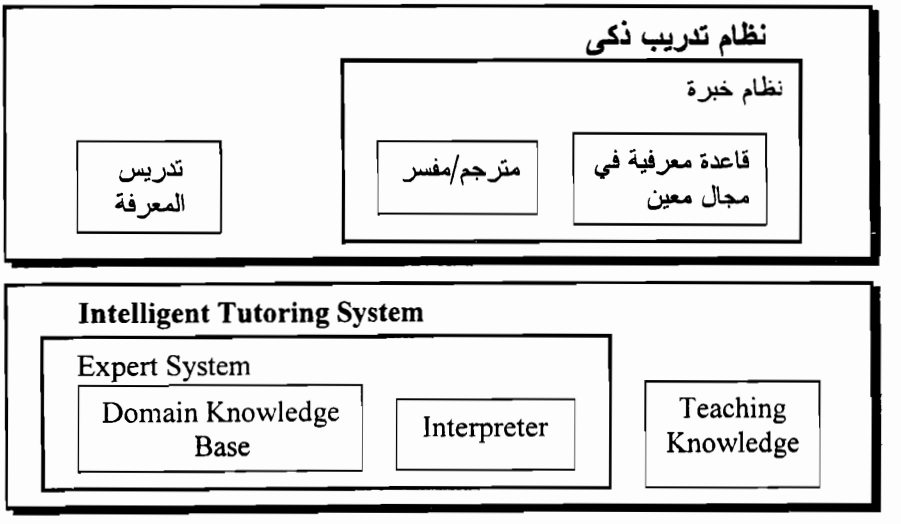
ومن أمثلة برامج أنظمة الخبرة برنامج يسمى GUIDON وآخر يسمي SOPHIE . ويتصف البرنامج الأخير بالآتي :

١- أنه بني على أساس حزمة تحليلية تعليمية لاستثارة الدوائر الإلكترونية وتدريب الدارسين للإلكترونيات على تكويناتها وعملها .

٢- وعبر سنوات استخدامه وجد أنه من الضروري تزويده بجزء آخر يقلل من مشكلات استخدام خبراء الإلكترونيات له ، وبذلك أصبح برنامج أفضل للمساعدة في تدريب المختصين .

أما برنامج GUIDON فقد بني على أساس برنامج آخر أصغر كان يسمى MYCIN . وبرنامج GUIDON كأحد برامج أنظمة الخبرة الذكية(*) صمم لحل مشكلات واقعية كان حلها يحتاج إلى خبراء مختصين فأصبح لأي شخص مدرب على استخدام هذا البرنامج حل المشكلات ذاتها . ويؤكد مصممو برنامج MYCIN (الذي بني عليه برنامج GUIDON) أن برنامجهم هذا اتبع خطوات التفكير السببي التي يتبعها الخبراء في حل المشكلات (مثل : تكوين الفروض ، وتقييم الحلول البديلة ... الخ) مع إمكانية أن يشرح البرنامج استنتاجاته بطرق مفهومة مما يسهل عملية الاكتشاف .

ويوضح الشكل الآتي مكونات نظام تدريب ذكي باللغتين العربية والإنجليزية :



شكل يوضح مكونات نظام تدريب ذكي (عن : Clancy, 1984)

(*) كلمات " ذكية " أو " ذكى " تستخدم في هذا الكتاب لتعنى أن البرامج أو البرنامج صمم بطريقة ذكية ، و " الذكاء " هنا معنى يقصد به مصمم البرنامج (وتستخدم على سبيل التورية) .

ويري (كلانسي Clancy) أن النظم الذكية للتعلم بمساعدة الكمبيوتر Intelligent Computer Assisted Learning (ICAL) تصمم كما بالشكل السابق ؛ حيث يقع في المركز نظام خبرة مثل (MYCIN) داخل نظام تدريب ليتكامل كل من مجال المعرفة (في فرع من العلم) والخبرة التربوية الخاصة بكيفية تدريس هذه المعرفة ؛ والتي تكون في شكل قواعد توضح كيفية تنفيذ البرنامج . وأحد مميزات هذا النظام أنه يمكن إحلال قواعد معلومات من مجال معين محل غيرها دون تغيير المكونات الأخرى للنظام . فمثلاً : يستخدم البرنامج لتدريس الرياضيات أو يحل محلها علوم أو جغرافيا دون تغيير في بقية مكونات برنامج نظام الخبرة .

أما " فيشر وهاو " (Fisher & Howe, 1982) فيحددان ٢٥ خاصية يجب أن تتوافر في النظم الذكية للتعلم بمساعدة الكمبيوتر ، أول خاصيتين منها هي :

- يجب أن يوجد بها نظام خبرة قادر على حل مجموعة من المشكلات على مستوى الخبراء (أي كما يحلها الخبراء في مجالهم) .
- يجب أن يتضمن النظام استراتيجية تربوية واضحة . وهاتين الخاصيتين تتفقان مع تصميم " كلانسي " لنظام التدريب الذكي .

وتوجد بعض أوجه النقد التي تتعرض لها منهجية التعلم بالاكتشاف باستخدام نظام التدريب الذكي الذي يوضحه الشكل السابق . ومن هذه المشكلات ما يأتي :

١- وجود نظام خبرة لحل مشكلات في مادة علمية معينة لا يعني بالضرورة أن هذه المادة تتلائم مع التعلم الذكي بالكمبيوتر . ففي الواقع أن وجود نظام خبرة قد يقلل من الحاجة إلى البشر لتطوير الخبرة الموجودة به (بمعنى أنه قد يحد من تفكير البشر) . وهذا عكس ما نتخيله عن نظم الخبرة من أنها صممت لإجراء مهام معينة وتدريب الأفراد على التفكير والاكتشاف ؛ فما المشكلة ؟ ... الحق أن النظم الذكية للتعلم بالكمبيوتر يجب ألا تصمم للخبراء المختصين في مجال دراسي بعينه ، بل يجب أن توجه نحو تدريب غير

الخبراء على المهارات العامة واسعة الانتشار مثل كيفية استخدام منسق الكلمات ، وكيفية تصميم دوائر إلكترونية بسيطة ، وكيفية لعب الشطرنج بطريقة مناسبة ، وكيفية فهم أسس النغمات الموسيقية ... الخ .

٢- أن المنهجية المقترحة في نظام الخبرة التي يمثلها الشكل السابق تركز على الخبراء ويقل تركيزها على ما يفعله المعلمون ويعرفونه . وعليه فإن " نموذج تعليم الطلاب معارف معينة " إذا بني في برنامج بنظام " كلانسي " يكون عبارة عن مجموعة فرعية (بلغة الرياضيات) من قواعد المعلومات الخاصة بالمادة والمتضمنة في نظام الخبرة . وهذا يعني أن هدف الـ ICAL هو تأكيد اعتقاد المتعلم بأن أنظمة الخبرة كاملة متقنة ، ولكي يتم تطوير هذه النظم يتم تعديل البرامج الموجودة بالفعل (لأنها متقنة لا تحتاج إلى إعادة كاملة) ؛ أي معاملة الأخطاء التي يدخلها الطلاب المتعلمون بطرق تقلل منها . ما المشكلة إذن ؟ ... المشكلة أنه إذا كان لابد من التأكيد على تعلم الطلاب محتوى محدد فإن هناك فلسفة أخرى تؤكد على إنماء قدرات المتعلم العقلية أهم من إكسابه معلومات فقط . وعليه فإن استراتيجية التدريس التي ينبغي العمل بها في برامج أنظمة الخبرة هي تزويد المتعلم بالمعارف لإنماء قدرات وليس تجاه هدف خاص بالمعلومات ذاتها .

٣- أن نظم الـ ICAL الحالية (سواء عادية أو نظم خبرة) طورت في ضوء النمط الذي كان سائداً من قبل تصميم نظم الخبرة . فقد كانت هذه البرامج تصمم في حدود مجموعة قواعد (أو جمل مبرمجة) في إطار نظام إنتاج صغير يستطيع حل مشكلات طرح أو مسألة جبر مثلاً . وفي ذات الوقت يصعب عليها حل مشكلات أكثر تنوعاً لأن المترجم (المفسر) Interpreter الخاص بالبرنامج كان يتبع تعليمات محددة تمنع مثلاً إعادة خطوة بعينها أو تلتزم بعدم تطبيق جملة شرطية أكثر من مرة طالما توافر شرطها . وعليه فكان يصعب على مثل هذا البرنامج شرح درس أو حتى كيفية عمل البرنامج ذاته للمستخدم . أما بالنسبة لنظم الخبرة الحالية فأصبحت تمدنا بأطر يمكن بها ترتيب ومعالجة معلومات أي مجال معرفي بسهولة ،

والجمل المستخدمة في برمجة نظام الخبرة لا تكتب مستقلة عن قاعدة البيانات الرئيسية ؛ مما جعلها تصلح لرؤية الشيء أو المعلومة الواحدة بأكثر من طريقة ، وبذلك يتوافق فيها الناحيتين المعرفية والسيكولوجية. وقد وجد " كلانسي " أنه من الضروري إعادة ترتيب القواعد (جمل مبرمجة) المكونة لبرنامج MYCIN لكي يمكن الاستفادة منها في التدريس بالاكتشاف.

(٢) أسلوب رصد تفاعل الطلاب مع الكمبيوتر بالفيديو (VMT) :

إن الدراسات التي تناولت التعلم بمساعدة الكمبيوتر (CAL) تتضمن في الغالب استخدام اختبارات تحصيل لتحديد فاعلية التعلم ، ولكنها لا تتطرق إلى رصد تفاعل المتعلم مع الكمبيوتر؛ والذي يعد ضرورياً لتطوير فهمنا عن كيفية تعلم التلاميذ باستخدام المواد التعليمية الكمبيوترية .

لقد اشتهرت أساليب الملاحظة والمقابلة لتقويم المواد التعليمية الكمبيوترية. ولكنها تعاني من عيوب كثيرة ؛ حيث تقتضي أن تكون العينة التي يتم ملاحظتها صغيرة (سواء كمياً كما في حالة المواد التعليمية أو عددياً كما في حالة ملاحظة الأفراد) ، كذلك تعتمد هذه الأساليب على مهارات الشخص القائم بالملاحظة .

ولقد أمكن التقليل من تأثر الملاحظة بذاتية الشخص القائم بها عن طريق التسجيل على شريط فيديو ؛ حيث تسجل المقابلات مع التلاميذ على شرائط سمعية بصرية لتوضح وجهات نظرهم عن موضوعات دراسية في العلوم مثلاً وعن طرق تدريسها ، وانطباعاتهم ومشاعرهم نحوها . وبذلك أمكن الحصول على معلومات ذات قيمة تسهم في فهمنا للمتعلم وعمليات التعلم . وأمكن كذلك استخدام نهج مشابه للتسجيل بالفيديو في فحص بعض مواد الكمبيوتر التعليمي ؛ فأجريت دراسات حالة لأطفال يستخدمون لغة " لوجو " LOGO ، وكذلك قام بعض الباحثين بعمل " تحليل وراثي لمهام التعلم " Genetic Task Analysis " في موضوع تعلم الطلاب السرعة وذلك باستخدام رجل آلي إلكتروني أطلق عليه "ديناتيرتل " Dynaturtle .

في مثل هذه الدراسات سجلت أساليب تعامل الطلاب مع برامج الكمبيوتر ورصدت بشكل جيد ، ولكنها لم تقدم بيانات دقيقة مثل تلك التي نحصل عليها باستخدام أسلوب رصد تعامل الطلاب مع الكمبيوتر بالاستعانة بالفيديو (VMT) Video Monitoring Technique الذي نصفه فيما يأتي (Bigum etal.,1985).

صُمم أسلوب VMT لتحليل تفاعل الطلاب مع برنامج تعليمي للكمبيوتر ، وذلك بشكل دقيق وتفصيلي . وهو أسلوب تقني يستخدم أدوات توجد عادة في المؤسسات التعليمية ، ويسهل تنظيم هذه الأدوات والأجهزة لتفيد في فحص مواد كثيرة للكمبيوتر التعليمي .

الأدوات والأجهزة : يتطلب هذا التكنيك جهاز كمبيوتر + ٢ كاميرا فيديو + جهاز إخراج للكمبيوتر (2 Monitors) + جهاز لخلط الأشعة المرئية Vision Mixer + جهاز فيديو + وسائل لتجزئ إشارة الفيديو الصادرة عن الكمبيوتر .

A computer + Two Video Cameras + Two monitors + A vision Mixer + A video Tape Recorder + and a means of Splitting The computer's Video Signal. .

تستخدم إحدى كاميرات الفيديو لتصوير الطلاب وهم يستخدمون الكمبيوتر (سواء يعمل الطلاب في مجموعات صغيرة أو كل تلميذين معاً) . وتوضع هذه الكاميرا بحيث تصور التلاميذ من أحد الجانبين ومن الأمام . ويستخدم ميكروفونات لتسجيل أصوات وكلمات التلاميذ (تفاعل لفظي) . وتجزأ إشارة الفيديو الصادرة من الكمبيوتر إلى جزأين ؛ إشارة يغزي بها جهاز الإخراج الذي أمام التلاميذ ، وإشارة أخرى يغزي بها جهاز الإخراج الثاني الذي يوضع في غرفة مجاورة للغرفة (أو الفصل) التي بها التلاميذ . وتستخدم كاميرا الفيديو الثانية لتسجيل ما يظهر على شاشة المونوتور المجاور لغرفة التلاميذ . وباستخدام جهاز تجميع الصور Vision Mixer تجمع الصور الصادرة من خرج كاميرا الفيديو الثانية (التي تسجل البرنامج المعروض على شاشة المونوتور) مع صورة التلاميذ الذين يستخدمون البرنامج بحيث تقع صورة البرنامج أعلى صورة التلاميذ. ثم تسجل الصور الناتجة من الاثنين معاً

باستخدام جهاز تسجيل فيديو VHS . وكل هذه التسجيلات توضع في أستوديو تسجيل تليفزيوني معد إعداداً جيداً .

استخدم أسلوب الـ VMT في إحدى الدراسات لرصد تفاعل الطلاب مع برنامج تعليمي للكمبيوتر في كيمياء الذرة سمي " Atom Alchemy " ؛ وهو برنامج صمم لتدريس وتطوير فهم الطلاب للمفاهيم الأساسية في الكيمياء الذرية ويجعلهم يألفون التركيب الذري للعناصر . وهو برنامج بسيط في تشغيله ويحتوى على المعلومات التي يدرسها الطلاب عادة في الصف العاشر والحادي عشر (المرحلة الثانوية) ، وكذلك يمكن استخدامه بأكثر من طريقة .

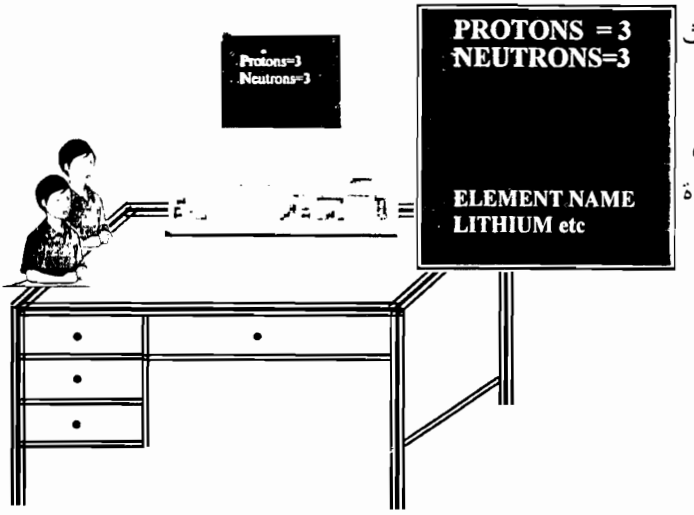
بني برنامج Atom Alchemy على أساس " نموذج بنائي " بسيط للتركيب الذري؛ الذي يستطيع به المتعلم أن يبني أيونات " بإضافة " أو " أخذ " واحد أو أكثر من البروتونات أو النيترونات أو الإلكترونات إلى أو من ذرة معطاة له ذات كتلة ذرية منخفضة . ويمكن للمتعلم الحصول على تركيب أيون أو ذرة مستقرة (غير مشعة) من البروتونات والنيترونات والإلكترونات عندما يستطيع – باستخدام البرنامج – توفير شرطين :

١- نسبة ثابتة بين البروتونات والنيترونات .

٢- عدد البروتونات وعدد الإلكترونات يساوي شحنة ذرة مستقرة (أو ثابتة).

وإذا أخطأ المتعلم وركب أيون أو ذرة غير مستقرة ، فإن البرنامج يعرض له عملية اضمحلال Decay هذه الذرة أو ذاك الأيون بالشكل الذي يحدث في الحقيقة تبعاً لمراحل الاضمحلال الصحيحة . ويستمر اضمحلال هذه الذرة على شاشة الكمبيوتر حتى تصل الذرة إلى تركيب ثابت أو مستقر (لاحظ أن البرنامج يعمل كمعلم في التصحيح والتغذية المرتجعة) . ويعطي البرنامج فرصة أيضاً للمتعلم ليعدل بنفسه تركيب الذرة بإنقاص أو زيادة البروتونات أو النيترونات أو كليهما . وفي هذه الحالة يظهر على الشاشة ساعة للعد توضح أعداد كل من البروتونات والنيترونات . فإذا نتج عن هذه المحاولة ذرة مستقرة أو أيون ثابت تظهر للمتعلم رسالة تحتوي على معلومات إضافية عن الذرة أو الأيون الذي توصل إليه المتعلم ، ويصاحب ذلك صوت موسيقي يتغير مع كل ذرة .

وعليه فإن هذا البرنامج يهدف إلى إمداد المتعلم ببيئة تعليمية مرنة يمكن التحكم فيها بأوامر بسيطة مألوفة للمتعلم . وباستخدام أسلوب الـ VMT يمكن تجميع الصورة كما بالشكل التالي ورصد وتحليل تفاعل الطلاب مع الكمبيوتر والبرنامج .



صورة ما يحدث على شاشة الكمبيوتر تجمع في أعلى صورة التلاميذ

مميزات وعيوب أسلوب الـ VMT :

من مميزات هذا الأسلوب أنه :

- ينتج تسجيل لمخرجات البرنامج في وقت استخدام التلاميذ للبرنامج .
- يمكن عمل تسجيل دائم لمخرجات البرنامج – أثناء تعلم التلاميذ – وتحليلها بعناية بعيدا عن بيئة الأستوديو .
- يمكن تسجيل كثير من أنشطة الطلاب ومحادثاتهم معا ، وبالتالي ينتج هذا الأسلوب تسجيلات كاملة أفضل من غيره من الأساليب .
- في التجارب التي أجريت باستخدام هذا الأسلوب، كانت الخبرة ممتعه للطلاب وكذلك للباحثين .

ومن عيوب أسلوب الـ VMT ما يأتي :

- أنه يتطلب وقتا طويلا نسبيا للتجهيز إذا لم يمكن الحفاظ على الأستوديو في حالة مرتبة لهذا الغرض يوميا .
- الأستوديو التليفزيوني أو أي بيئة مشابهة له يعد مصدر للتشويش على الطلاب إلى حد ما .
- تسجيل وتحليل البيانات على شرائط الفيديو يتطلب وقتا طويلا .

(٣) أسلوب التدريس بالكمبيوتر في استراتيجية التعلم للتمكن :

ظل التعلم بمساعدة الكمبيوتر (CAL) جزء من المنهج في أوروبا – خاصة المملكة المتحدة – لعدة سنوات في شكل ترميزات Simulations لعمليات أو نماذج أو حزم تحليلية معقدة . وجميعها تقريبا كانت تتطلب كمبيوتر كبير Mainframe . وغالبية البرامج كتبها مبرمجون مهنيون متمرسون لكنهم لا يعطون أهمية للضرورات التربوية . ويعرف التعلم للتمكن Mastery learning بأنه مجموعة من الممارسات التدريسية التي تساعد معظم التلاميذ على التعلم لدرجة الامتياز . وتشير نتائج الدراسات إلى أن التنوع في بيئة التعلم لتلائم أنماط التفضيل المعرفي وقدرات التعلم لكل طالب يؤدى إلى التمكن . وأن استخدام التعلم الذاتي المدعم بتوجيه من المدرس ، وبمواد تعليمية منظمة وتقويم تكويني Formative Assessment (تدريس – اختبار – علاج – تدريس – اختبار – علاج – ... الخ) أثبت فعاليته . ولكن كتابة برامج التعلم للتمكن بلغة إجرائية مثل فورتران FORTRAN أو باسكال Pascal أو BASIC تكون مهمة صعبة وفي ذات الوقت معقدة – حتى ولو كان كاتبها مبرمج متمرس . ولكن والحمد لله فإن تطوير لغات التأليف مثل (Pilot و Edutext و Microtext و Staf2 وغيرها) حل مشكلة تعقيد البرمجة وصعوبتها في المواد التعليمية وجعل المدرس غير المتقن لعملية البرمجة يستطيع كتابة برامج تدريسية جيدة .

وفي بعض الدراسات صمم الباحثون برنامج للتعلم للتمكن بلغة المؤلف من نوع STAF2 وقارنوا تأثيره مع تدريس المدرس البشر. وشمل البرنامج تقويم تكويني معرفي . ويقاس التحصيل لدرجة التمكن عادة بمقارنة درجات الاختبار

الجمعي بمحك يعرف بـ " مستوى التمكن " ؛ الذي حدد في بعض الدراسات بأن يصل أكثر من ٨٠% من التلاميذ إلى ٥٠% تحصيل معرفي في ضوء تصنيف بلوم . ووصل الطلاب في المجموعة التي درس لها المدرس البشر للتمكن في مستويات المعرفة والفهم والتطبيق والتحليل . أما الطلاب الذين درسوا بالكمبيوتر باستخدام لغة التأليف STAF2 وصلوا للتمكن في جميع مستويات الميدان المعرفي عند بلوم .

إن لغات التأليف Authoring Language وسائل يستطيع بها المدرسون والمحاضرون كتابة برامج تدريسية – كما سبق القول – بدون مهارات في البرمجة . STAF2 إحدى هذه اللغات التي استخدمت بكثرة في بريطانيا لكتابة برامج لتدريس العلوم أكثر من غيرها . وباستخدامها يمكن كتابة حوار على شكل برنامج خطي لكنه مرن بعيداً عن الجمود ويعطي حرية للتلميذ ويوفر أكثر من اختيار .

وأوضحت نتيجة الدراسات أن إحلال برنامج تدريس مباشر بالكمبيوتر باستخدام لغة التأليف STAF2 محل المدرس البشر لا يقلل من أداء التلاميذ في حالة استخدام التعلم للتمكن كاستراتيجية تدريسية تضم أنواعاً متباينة من الأنشطة الموجهة تبعاً للمستويات الفردية للطلاب . ووجدت فروق بين الأسلوبين في تشجيع التعلم للتمكن لصالح استخدام الكمبيوتر ، وكذلك كانت قدرات استرجاع المعلومات وتطبيقها أفضل بكثير عند الطلاب الذين درسوا بالكمبيوتر . أما مستويات الفهم والتحليل والتركيب لم توجد فيها فروق بين أداء تلاميذ المجموعتين .

ووجد فارق ذو دلالة عالية جداً بين المجموعتين التي درسها مدرس بشر، وزملائهم الذين درسوا بالبرنامج بلغة التأليف STAF2 في نماء قدرات التقييم وذلك لصالح مجموعة البرنامج . وتفسير ذلك أن الأسئلة التي كان يوجهها البرنامج تتطلب مهارات تقييم عالية حتى يجاب عنها . ولكن إذا كانت هرمية تصنيف بلوم صحيحة فإن هذه النتيجة غير مقنعة بسبب تساوي المجموعتين في القدرة على التركيب التي تسبق التقييم .

(٤) أسلوب تقويم الأداء الموسيقي بالكمبيوتر :

أجريت بعض الدراسات بغرض تطوير طريقة فعالة للتربية الموسيقية بمعاملة الأداءات الموسيقية باستخدام رموز رقمية ؛ بمعنى الحصول على أرقام تدل على مستوى الأداء الموسيقي وفي ضوء معالجتها بالكمبيوتر تعطي تغذية مرتجعة للعازفين يستطيعون بها تحليل وتقييم أدائهم وتعديله .

وتحليل بيانات الأداء لكل عازف (أو لكل تلميذ متعلم) ينتج منه الآتي :

- معلومات تساعد في تصحيح مكان وطريقة العزف .
- معلومات عن المستوى الكلي للأداء .

الجزء الأول من هذه المعلومات يساعد الطالب على فهم وتحديد التعديلات التقنية المطلوبة بسهولة ، تماماً كما يفعل مدرس الموسيقى نفسه . والمعلومات الخاصة بالمستوى الكلي للأداء يسهل على العازفين أو التلاميذ النقلة أو التحول Transition الذي يجب أن يحدث نتيجة لزيادة عدد حصص التدريب ، وكذلك يوضح لهم رقمياً درجة إتقان أساليب الأداء التي يتبعونها .

وقد تجدر الإشارة إلى أن الأهداف العامة للتربية الموسيقية تضم ثلاث مجموعات هي :

١- إنماء الحس والتعبير الموسيقي .

٢- مساعدة التلميذ على إدراك القواعد الموسيقية ودلالة رموزها ومجموعاتها .

٣- إنماء اتجاه إيجابي نحو الموسيقى كوسيلة لاكتشاف الذات والتعبير عنها ، ولتمكين التلاميذ من الحكم على القيم الموسيقية .

وكما تشير هذه الأهداف فإن أولها يتطلب أن يقرأ التلميذ ويكتب ويسمع النوت Notes الموسيقية بأنواعها سولفيج واتود Solgege and etude . وثانيها يرمي إلى أن يفهم التلاميذ الأنماط والأشكال الموسيقية ويفسرونها ، وإكسابهم التركيب (التكوين) الأساسي لقطعة موسيقية . ويقترح الهدف الثالث أن يحاول التلميذ سماع بل وامتلاك قطع موسيقية باعتبارها وحدات فنية ينبغي امتلاكها لذاتها .

ولقد ركز عدد من الباحثين على تطبيقات الطرق التكنولوجية في التربية الموسيقية Application of technological methods to music education بغرض تحقيق الأهداف العامة السابقة . فأكد بعضهم على الاستفادة من معمل الموسيقى كوسيلة مساعدة في التدريس لمجموعة تلاميذ بمدرس واحد . وبعض آخر أكد على أهمية استخدام شريط ممغنط ليشير إلى المفتاح الذي يجب أن يلمسه المتدرب كوسيلة تضارع النوت الموسيقية التي يتذكرها إلكترونياً . وبعض ثالث ركز على استخدام الذاكرة الإلكترونية وكمبيوتر لتقييم الأداء الموسيقي .

واستخدم " داولنج " Dowling أجهزة تعليمية يستخدم فيها كمبيوتر متوسط الحجم Mini-computer في تدريب طلاب الكليات في قسم الموسيقى على الخطوات الأولية لسماع الموسيقى ؛ وذلك بتوصيل الكمبيوتر بأورج Organ إلكتروني ليعرض نوت Notes موسيقية متنوعة مثل النوت المزدوجة Double Notes ، والوتر a chord وتغيير الوتر a chord change ، وقطع موسيقية صغيرة . ثم تنقل هذه النوت بواسطة الطلاب على لوحة مفاتيح ويعرض أداء المتدربين على شاشة الكمبيوتر(كخرج Output) ليمدهم بتغذية مرتجعة فورية إضافة لاحتفاظ الكمبيوتر بملف عن أداء كل متدرب في قاعدة بيانات .

وأجريت في اليابان أبحاث عن تطوير جهاز يجعل الطلاب يستمعون إلى قطعة موسيقية وفي ذات الوقت ينسخوا الإيقاع Beat الموسيقي لها . وهو جهاز للتدريب على السلم الموسيقي Musical Scale ويشير أوتوماتيكياً إلى مفتاح محدد (في الأجهزة ذات لوحة المفاتيح) وكذلك يمكنه الاستفادة من عمليات التحويل من الـ F إلى الـ V (F-V Conversion) في قياس درجة نغمة ما بدقة لغرض تطوير الحس بالسلم الموسيقي For Developing a sense of musical scale .

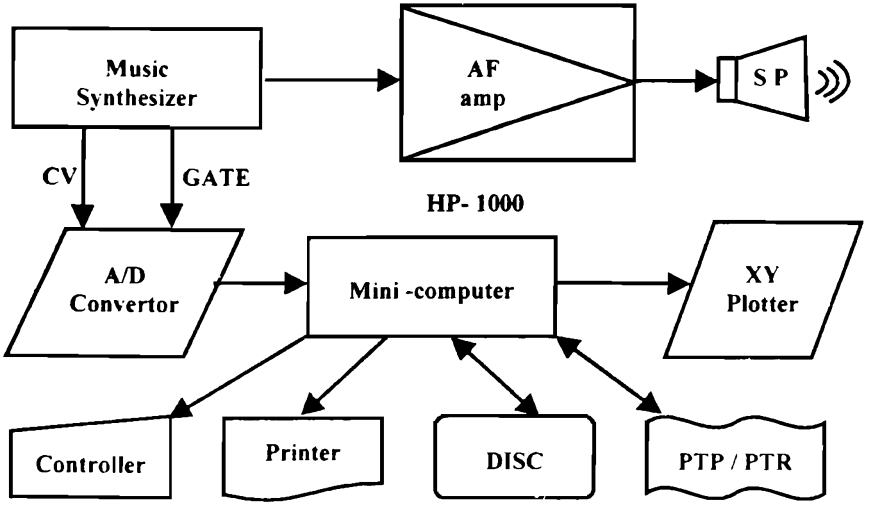
ولفرض مشابه استخدم " كيتاجاكي " Kitagaki مسجل الفيديو (VTR) Video Tape Recorder لقياس وتحليل وتقدير فترة لمس العازف للمفتاح على

الآلات ذات لوحة المفاتيح ، وكذلك لعرض وإظهار وقت العزف لنوت موسيقية ذات طول صوتي واحد ، واستخدم آخرون طريقة عرض باستخدام الميكروكمبيوتر ليبين درجة تأكيد العازف على الفترة الزمنية التي تمر بين لمسة مفتاح ولمسة آخر ؛ وذلك لغرض التدريب الأولى .

وكما ذكرنا سابقاً فإن الغرض الأساسي من التربية الموسيقية هو تطوير الحس بطول الصوت والتعبير عنه . ويبدو أن التدريب على نمط إيقاع Beat واحد يعد عملية ميكانيكية إلى حد كبير ، وعليه فإن كل من " يوكو وناجاوكا " (Yokoo & Nagaoka) ابتكرا نظام يجعل التلميذ (العازف) يستطيع تحليل وتقييم أداءه للتكوينات الموسيقية العامة على أساس نغماتها. ويتكون هذا النظام من :

- جهاز كمبيوتر متوسط Mini-computer
- مولد موسيقى Music Synthesizer
- محول Converter
- جهاز رسم بياني Plotter
- جهاز تحكم Controller
- طابعة Printer
- مكبر صوت AF amp

ويتم توصيله كالآتي :



وجهاز توليد الموسيقى المستخدم في هذا النظام عبارة عن مولد أحادي ذو لوحة مفاتيح (نوعه : YAMAHA Cs-30) ، ويمكن الحصول عليه بسهولة من السوق . ويهيأ هذا المولد ليصدر صوت أورج إلتكروني عادي . وتدخل كل من درجة الصوت ، ووقت بداية لمس المفتاح ، ووقت رفع الإصبع من على المفتاح إلى نظام التحليل بواسطة جهد لوحة المفاتيح Keyboard Voltage (CV) وفولت إشارة البوابة GATE Signal .

ومن هذه البيانات نحصل على المعلومات الآتية :

(أ) موقع المفتاح الذي تم لمسه .

(ب) زمن بداية ونهاية لمس المفتاح .

(ج) بقية زمن لمس المفتاح .

وتحسب هذه المعلومات الثلاث بوقتها الحقيقي بواسطة النظام .

أما برامج الكمبيوتر المستخدمة في هذا النظام تتكون من برنامجين أحدهما برنامج حسابات والآخر برنامج تحليل . ويقوم برنامج الحسابات بطباعة النتائج الخاصة بالمعلومات الثلاث السابقة ، ويحفظها في ذات الوقت على قرص Disk أو على شريط من الورق Paper Tape . وبعد نهاية الأداء الموسيقي المطلوب فإن " إشارة النهاية " The finish signal تصدر من مفتاح محدد على لوحة المفاتيح لتنشيط قسم التحليل من البرنامج (أو برنامج التحليل). ويقوم برنامج التحليل بمقارنة البيانات التي تم الحصول عليها من النظام عن الأداء مع بيانات مثالية مبرمجة مسبقاً . ثم تعرض النتائج بعد هذا التحليل على وسيلة عرض (CRT) وعلى طابعة أو رسام ذو محورين x-y Plotter . وبذلك يتم تقويم الأداء الموسيقي للعازف مع الأداء المثالي المبرمج مسبقاً بمساعدة الكمبيوتر .

ثانياً : بعض تطبيقات تدريس المواد المختلفة بالكمبيوتر :

نتناول هنا بعض تطبيقات الطرق الدراسية المختلفة السابقة في كل مادة على حده .

أولاً : في العلوم :

(١) التعلم عن الكمبيوتر في العلوم :

بالرغم من أن المقررات في الثقافة الكمبيوترية " أو في " برمجة الكمبيوتر" تكون خارج مقررات العلوم العادية المعمول بها في المدارس ، غير أن هناك بعض أوجه المعرفة عن علوم الكمبيوتر يجد فيها مدرسو العلوم فائدة لطلابهم , وأحد الأوجه القوية في ذلك قدرة الكمبيوتر على تخزين كميات كبيرة من البيانات وتنظيمها بطريقة مفيدة . ففي كثير من الأحيان تتضمن تجارب العلوم في التعليم الأساسي أو الثانوي بيانات مأخوذة من نتائج عدد كبير من التلاميذ أو الفصول ، وهذه البيانات يجب تجميعها وتحليلها وتنظيمها للاستفادة من تعميماتها . والبرامج التي تتعامل مع مثل هذه البيانات توضح عادة مقدار الخطأ التجريبي في البيانات مما يجل التلميذ يتعلم مبدأ تعميم بياناتها (أي العمل على أساسها) وأن كل علم به نسبة خطأ وليس مطلق تماماً .

وثمة مجال آخر في تعلم التلميذ عن الكمبيوتر في حصص الفيزياء أو الإلكترونيات حيث يناقش بعض أنواع الدوائر الإلكترونية التي تمثل الوحدات الأساسية في جهاز الكمبيوتر ذاته . فيستخدم في هذه الحالة جهاز كمبيوتر مبسط كوسيلة لدراسة عمل البوابات المنطقية مثل بوابات AND أو OR أو NOR ..الخ ويري نتيجة توصيله للأسلاك مباشرة أمام عينيه .

(٢) التعلم بالكمبيوتر في العلوم :

إن دور " التعلم بالكمبيوتر " يعد من أقوى الأدوار في تدريس العلوم . وله تطبيقان مختلفان ؛ أولهما : تدريس محتوى العلوم عبر استخدام الترميزات أو الألعاب الكمبيوترية . وثانيهما : استخدام الكمبيوتر كأداة في جمع وتحليل بيانات التجارب المعملية . وفيما يلي إيضاح ذلك :

(أ) التعلم بالكمبيوتر في تدريس محتوى العلوم :

بدأ استخدام التر ميزات والألعاب الكمبيوترية لزيادة فهم التلاميذ للمفاهيم العلمية منذ أن بدأت فكرة استخدام الكمبيوتر في التربية تقريباً ؛ حيث أن كثير

من المواقف في العلوم يمكن إخضاعها لنماذج رياضية ، وهذه بالتالي يمكن تحويلها إلى كود لفظي Algorithms يسهل برمجته للكمبيوتر (فمثلاً : قوانين نيوتن للحركة ، وخصائص الحركة الموجية سواء صوت أو ضوء ، والعدسات وتفاصيلها ، وتوزيع الإلكترونات على مدارات الطاقة في الذرة .. إلخ يمكن أن تدرس بالترميزات أو ربما يفضل ذلك) . وبالطبع فإن التطويرات الحديثة في إمكانات الكمبيوتر تتيح لنا عمل ترميزات أكثر قرباً للواقع وأكثر وضوحاً في تفاصيلها .

ولقد كانت " العلوم البيولوجية " من أول المجالات التي حظيت بإنتاج ترميزات (تشبيهات/ نماذج) تحاكي الواقع لمادتها العلمية ؛ حيث أنتجت برامج كمبيوتر لتمثيل موضوعات بيولوجية كثيرة مثل " حركة النمو " و " الوراثة " و " المواقف البيئية " ... إلخ . خذ على سبيل المثال موضوع " الوراثة " في مادة الأحياء . إنه من أكثر الموضوعات تجريداً ويجد فيه التلاميذ صعوبة كبيرة . فيأتي برنامج ترميزات تحت اسم " Blood Typing and Chromy Bug " حيث يتمثل فيه نوع من " البق الملون " ككائن حي ؛ وهي حشرة ذات خصائص جينية متنوعة ؛ فيتم تمثيل هذه الخصائص في الحشرة ذاتها وفي الجيل الأول وكذلك في أنواع الدم للأبناء الملونة لهذه الحشرة . وكذلك فإن موضوع " حشرة الفاكهة " يصعب متابعته وراثياً بشكل لفظي ؛ وبالترميزات يمكن تناول دراسة هذه الحشرة في بيئة تشبه إلى حد كبير بيئتها الطبيعية . ناهيك عن أن الترميزات تجنبنا مشكلات مثل هروب الحشرة أثناء دراستها أو موتها .

وفيما يخص موضوع " البيئة " توجد حزم برامج ترميزات تنقسم لنوعين:

١- برامج تمثيل أنماط عامة من التفاعلات البيئية مثل برنامج " ديناميات الجماعة " COEXIST : Population Dynamics " ؛ والذي فيه يسمح لنوعين من التجمعات السكانية أن تنمو كل منها مستقل عن الآخر أو تعيش في تنافس معاً في بيئة ذات مصادر طبيعية محددة . ثم تدرس سمات التفاعل بين هذه التجمعات.

٢- برامج ترميزات لكائن حي بعينه يعيش في بيئات وظروف متباينة مثل برنامج Compete : Plant Competition ، الذي يشرح النباتات المزهرة . ولنا أن نتخيل الميزات التي تتميز بها الترميزات عن المواقف الحقيقية. فالنبات الذي يصعب متابعة نموه تفصيلا في الطبيعة يمكن تناول كل تفاصيله في ثوان . وكذلك التجمعات السكانية وتغيراتها في ضوء العوامل البيئية التي يستحيل أن يعيش التلميذ تفاصيلها لأنها تستغرق سنوات طويلة يعيشها مع الترميزات في ثوان أو دقائق .

أما في مجال " العلوم الطبيعية " فأصبحت الترميزات أكثر شيوعا ، لكن عدد البرامج المتاحة وأنواعها أقل بكثير من مثيلاتها في العلوم البيولوجية . ومع ذلك توجد أمثلة عديدة لبرامج ترميزات جيدة في الجيولوجيا والفيزياء والكيمياء . ففي الجيولوجيا نأخذ مثلا برنامج ترميزات تحت اسم " البراكين " Volcanoes ؛ الذي يوضح الشكل الآتي إحدى شاشاته .

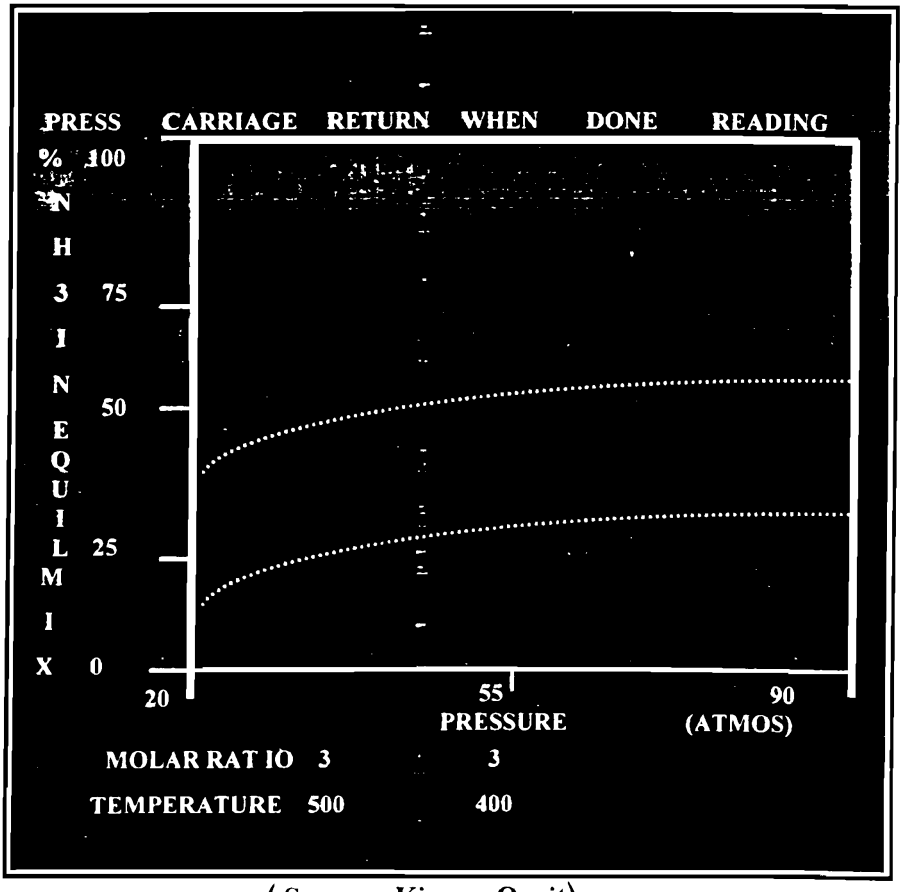
```
HISTORY OF ERUPTIONS SINCE 1990 (SEE BLUE BOOK
FOR THOSE BEFORE 1990)
                    CODE HV COST $ 100
INFRARED SATELLITE SCAN OF AN AREA
                    CODE IR COST $ 60.000
SEISMIC SURVEY OF A VOLCANO
                    CODE SS COST VARIES
ELECTRICAL CONDUCTIVITY NEAR A VOLCANO
                    CODE EC COST $ 70.000
TILTMETER SURVEY OF A VOLCANO
                    CODE TS COST $ 20.000
GAS ANALYSES FOR A SPECIFIC VOLCANO
                    CODE GA COST $ 10.000
AGES OF ROCKS FROM A VOLCANO
                    CODE AR COST $ 30.000
   (BUDGET: 345 KILOBUCKS)
DO YOU WISH TO DO ANY INVESTIGATIONS?
   (Y / N CODE)
```

(Source : Kinzer, et al., 1986)

صمم هذا البرنامج لتسهيل الموقف في الفصل المدرسي حيث تدرس كل مجموعة صغيرة باستخدام جهاز كمبيوتر ؛ فتقترح الشاشة الموضحة في الشكل مجموعة مصادر وعناوين لدراسة البراكين كل منها عبارة عن برنامج فرعي بالترميزات . ويختار التلاميذ من بينها ما يروق لهم دراسته وفي نهاية البرنامج يتم اختبارهم . وتفاصيل البراكين يستحيل دراستها في الواقع ؛ فلا حل لها سوى الترميزات . وفي مقرر الفيزياء أنتجت برامج ترميزات كثيرة وخاصة في فرع " الديناميكا" الذي هو أكثر فروع علم الفيزياء تجريداً . ففي برنامج " قوانين الحركة " Laws of Motion يتعامل التلاميذ عبر البرنامج مع مفاهيم السرعة ، والعجلة والقوة ، والعزوم ، والاحتكاك التي تمثلها آلات بسيطة بها كتل مكعبة الشكل متصلة بكيس ملئ بالرمل عن طريق خيط . ويمكن للتلاميذ تغيير الزوايا والكتل والاحتكاك والقوة الكلية المؤثرة على الكتل ويرون الحركة الفعلية للكتل تتمثل على شاشة الكمبيوتر . ويمكن أن تظهر القيم الرقمية للسرعة والمسافة والزمن على الشاشة أو تطبع على ورقة . وفي هذا البرنامج فإن قدرة التلاميذ على تغيير العالم الطبيعي الذي يجرى فيه التجربة يعد أمراً مثيراً جداً لهم . وفي هذا البرنامج أيضاً يتم تمثيل حركة الأجسام الثقيلة بالنسبة للأجسام الأخف منها ، وتظهر حركتها على الشاشة مما يحقق فهم الطلاب لمفاهيم السرعة والعجلة . وفي ذلك ميزة كبيرة لأن مفاهيم مثل العجلة يصعب توضيحهافي المعمل (تخيل أننا نحاول في معمل المدرسة قياس العجلة وهو معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن) .

وتدريس الكيمياء أيضاً أصبح له نصيب من برامج الترميزات التي يمكن أن تتاح للاستخدام المدرسي . فبرنامج مثل " Haber Process " يمثل تفاعل كيميائي لإنتاج الامونيا من غازي الهيدروجين والنيتروجين . ويجب أن تتم في درجات حرارة وضغط عاليين حتى ننتج كمية معقولة من الأمونيا . لذلك فإن هذا التفاعل يصعب دراسته مباشرة بالتجريب في المعمل المدرسي العادي ، في حين أنه تفاعل يستخدم عادة كمثال لتوضيح مفهوم " التوازن " Equilibrium في كتب الكيمياء . وبرنامج الترميز يتيح لنا التعامل مع الضغط والحرارة والتركيز

الخاص بالمواد المتفاعلة وكذلك مع المواد المساعدة Catalysts على التفـــاعل . والشاشة الآتية توضح أحد الأشكال المتاحة بهذا البرنامج موضحا بها محـــاولات متعددة تحت ظروف متنوعة .



(Source : Kinzer, Opcit)

وإذا تعامل التلميذ مع البرنامج بحيث يغير أحد المكونات أو الظروف فـــي كل مرة تنتج فيها الأمونيا ، فإنه بمشيئة الله يزداد فهما لمـــا نســـميه " الاتـــزان الكيميائي" .

وهناك أمثلة كثيرة أخرى من برامج الترميزات لمحتوى العلوم ، وترجـــع أهمية هذه البرامج جميعا إلى واحد أو أكثر من الأسباب الآتية :

١- تتيح لنا دراسة مواقف نضطر فيها لاختصار الوقت (سواء بين حدوث شيء وآخر / أو وقت نمو النبات / والتكاثر ... الخ) .
٢- تتيح لنا دراسة مواقف نظرية (كنماذج) لكنها يصعب حدوثها في الواقع (كالحركة على أسطح ملساء / التصادم المرن / سلوك الغازات ... الخ) .
٣- تتيح إجراء تجارب تكون عادة مكلفة أو خطرة أو مستحيلة إذا أجريت في المعمل العادي .

ويتبقى لنا أن ننصح بضرورة توجيه وإرشاد المدرس لتلاميذه أثناء تعاملهم مع الترميزات .

ثانياً : في الرياضيات :

يستخدم الكمبيوتر في تدريس الرياضيات بطرق كثيرة منها :

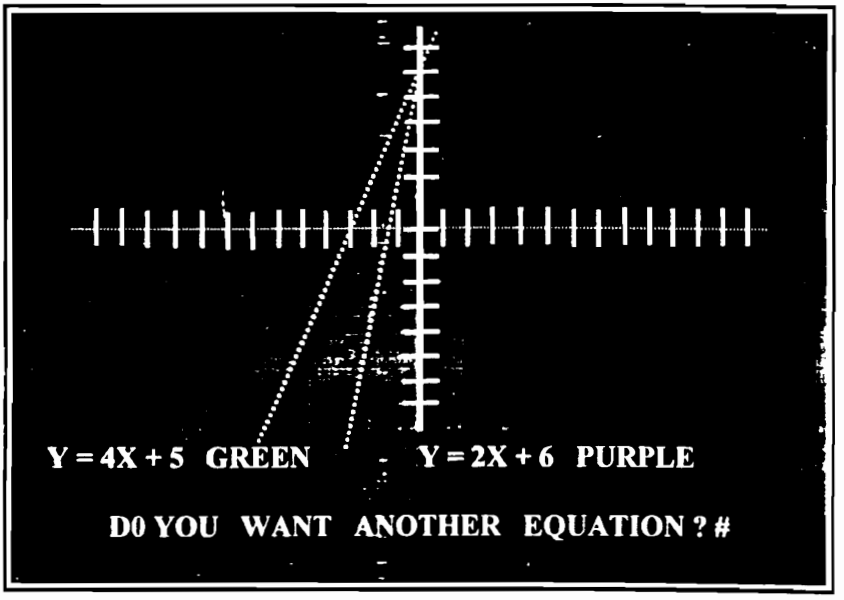
(١) تدريس الرياضيات بتدعيم الكمبيوتر :

ويعنى استخدام الكمبيوتر لتدعيم التدريس الذي يقوم به المدرس كأن يجرى الكمبيوتر الحسابات الروتينية ، أو ترميز (تمثيل) عملية رياضية بخطواتها ، أو توضيح مفهوم رياضي بيانياً . وفي مثل هذه الحالات يتحكم المدرس عادة في الجهاز ويشاهد التلاميذ ذلك على واحد أو أكثر من الشاشات Monitors المتصلة بالجهاز .

إن استخدام الكمبيوتر لتدعيم التدريس يفيد كثيراً في المواقف التي نحتاج فيها لاختصار الوقت اللازم لأداء مهمة معينة خاصة إذا كانت غير أساسية في الدرس لكنها ضرورية لنصل لشيء أهم خاص بالدرس .

مثال : إذا كان الهدف من الدرس توضيح كيف أن التغير في قيم (a) ، (b) في معادلة الخط المستقيم $Y = ax + b$ تؤثر على الشكل البياني لها (أنظر الشكل)، واستخدم برنامج لرسم الخط البياني الناتج في كل حالة؛ فإنه يوفر وقت الحصة ويحقق الهدف المطلوب . ولك أن تتخيل إذا كنت تريد تحديد تأثير تغير قيم (a ، b ، c) في الشكل البياني الناتج عن المعادلة :

$$Y = ax^2 + bx + c \qquad \text{or} \qquad Y = a\{\sin(bx + c)\}$$



(Source : Kinzer, Opcit)

(٢) تدريس الرياضيات ببرامج التدريس المباشر :

يمكن للكمبيوتر أن يدرس للتلاميذ محتوى علمي جديد في الرياضيات بشكل مباشر دون مدرس . حيث يعرض الكمبيوتر للتلاميذ وصف نظري للمفهوم الجديد ، ثم يتبع ذلك بمثال محلول ثم مثال ليحله التلميذ .

وفي تدريس " كيفية حساب مساحة المستطيل " مثلاً يتبع الكمبيوتر نفس النمط التسلسلي في التدريس . فيعرض أولاً للتلميذ وصف لمعنى كلمة المساحة؛ " مساحة منطقة مسطحة تساوى عدد المناطق مربعة الشكل بحيث كل مربع طول ضلعه ١سم " . وفي الشاشة التي تلي ذلك يعرض البرنامج مجموعة مستطيلات كل منها مقسم لمربعات صغيرة (١سم × ١سم) ثم يوضح كيف أن هذه المربعات تعد لتساوي المساحة . ثم يعطي التلميذ بعد ذلك مثال أو أكثر ليحسب هو المساحة . ثم يعرض البرنامج كيف نستنتج معادلة لحساب مساحة المستطيل ... وهكذا .

من مميزات برامج التدريس المباشر Tutorial Instruction أنها تعرض محتوي الرياضيات في خطوات صغيرة مبسطة ، ويطبق التلميذ عليها ليتحقق

هدف الدرس . وفي ضوء استجابة التلميذ يعيد الكمبيوتر التدريس له مرة أخرى (في حالة الاستجابة الخطأ) أو يدرس له جزء جديد (في حالة الإجابة الصحيحة). وثمة ميزة أخرى أن الكمبيوتر يرسم أشكالاً بيانية ويوضح عمليات رياضية بطريقة ديناميكية مرنة .

وأما عن عيوب مثل هذه البرامج أن بعضها يصمم ليتعامل مع كل التلاميذ بطريقة واحدة وهي التسلسل الاستقرائي ؛ فقد يسبب ذلك إحباط للتلاميذ الممتازين . وكذلك بعضها لا يعطي بدائل للألفاظ المكتوب بها البرنامج مما قد يسبب صعوبة فهمها عند بعض التلاميذ خاصة الضعاف .

وأما عن نتائج الدراسات التي جربت تدريس الرياضيات ببرامج التدريس المباشر وجدتها أفضل مقارنة بالتدريس العادي من قبل المدرس ، وبعض أخر وجد العكس ، وبعض ثالث وجد أنه لا توجد فروق دالة بين الاثنين . ونحن نرى أن البرامج المتفرعة غير المتسلسلة قد تزيد من أفضلية استخدام الكمبيوتر لتدعيم التدريس على استخدامه كمدرس .

(٣) تدريس الرياضيات ببرامج التدريب :

تعد برامج التدريب والممارسة من أفضل الأساليب الكمبيوترية للمساعدة في تدريس الرياضيات ؛ حيث أن طبيعة المادة تتطلب تدريبات كثيرة. والبرامج الجيدة للتدريب عادة تتبع الآتي :

يعرض البرنامج مشكلة رياضية على التلميذ وينتظر استجابته ؛ وفي انتظاره ميزة تفوق البشر في أنه يصبر ويعطي التلميذ الوقت اللازم له دون تحدث أو إحباط أو تشويش . وبمجرد أن يستجيب التلميذ يعطي تأكيد فوري إذا كانت الإجابة صحيحة .

فمثلاً : إذا كانت المشكلة تبسيط المعادلة $x^2 + 5x + 6$

فعندما يستجيب التلميذ يمكن للكمبيوتر مراجعة الإجابة فإذا كانت إحدى الإجابتين $(x + 3)(x + 2)$ أو $(x + 2)(x + 3)$ فيؤكد صحتها . وإذا كانت غير هاتين الإجابتين فيعطيه فرصة أو أكثر للمحاولة مرة أخرى أو يعطيه الإجابة

الصحيحة . ولكن بعض البرامج غير الجيدة تسبب مشكلات أحيانا خاصة إذا لم يقدم البرنامج جميع الإجابات الصحيحة المحتملة .

وفي برامج التدريب ميزة أخرى حيث أن بعضها يقدم حل خطوة بخطوة ولكن بشكل ناقص يعطي التلميذ تلميحات وتوجيهات ؛ ففي المثال السابق قد يعطي البرنامج للتلميذ الذي حاول وأخطأ أكثر من مرة شاشات متتالية كالآتي :

3	2	1
$X^2 + 5x + 6 = (\square + 2)(\square + \ )$	$X^2 + 5x + 6 = (\square + \ )(\square + \ )$	$X^2 + 5x + 6 = (\square \ \ )(\square \ \ )$

وبالطبع لا يقدم البرنامج كل الإرشادات دفعة واحدة ولكن خطوة خطوة تبعاً لاستجابة التلميذ . ومن مميزات الكمبيوتر أيضاً في هذا الصدد أنه يمكن تحريك التعبيرات الرياضية على الشاشة من مكان لآخر ، وكذلك يستخدم الأشكال البيانية لتوضيح المفاهيم الرياضية .

ويوجه بعض النقد لهذه البرامج فيما يخص أن الطالب المتميز لابد أن يمر بذات الخطوات التي يمر بها الطالب المتوسط أو الضعيف حتى إن لم يكن المتميز في حاجة إلى ذلك . لكننا نرى أن البرنامج الجيد يمكن أن يتضمن أكثر من " روتين " أو " روتين فرعي " لجعل التلميذ المتميز يصل إلى النتيجة النهائية مباشرة ويراجع مع الجهاز أن أراد ذلك .