الفصل الخامس

الاتجاهات المعاصرة فى مناهج العلوم

أهداف الفصل الخامس:

يرجى بعد دراسة هذا الفصل، أن يصبح المتعلم قادرًا على أن:

١ - ينتقد المناهج التقليدية للعلوم فى المرحلة الثانوية.

٢ - يتعرف أهم الاتجاهات المعاصرة فى مناهج العلوم، مادة وطريقة، إعدادًا وبناءًا وتقويما[١].

٣ - يقوِّم مناهج العلوم الحالية (فيزيقا وكيمياء وبيولوجيا) فى ضوء معايير معينة.

ولتحقيق هذه الأهداف نقوم بما يلى:

أولاً: نقد مناهج العلوم التقليدية

كثيرًا ما يوجه نقد كبير للمناهج التقليدية للعلوم. ومن أهم أوجه النقد التى عادةً ما توجه لهذه المناهج ما يلى[٢]:

---

(١) اقتصر هذا الفصل على بيان هذه الاتجاهات فى المرحلة الثانوية فقط.

(٢) أحمد خيرى كاظم وسعد يسّى زكى، تدريس العلوم، (القاهرة: دار النهضة العربية، ١٩٨٠) ص ص: ١٠٣ - ١٠٤.

١ - عدم مسايرة محتوى الكتب العلمية للتطورات الحديثة فى المادة العلمية:

إذ من الملاحظ أن السرعة التى تتم بها الإكتشافات والإختراعات فى مجال العلوم مذهلة. وقد قيل أن المعلومات وخاصة فى العلوم تتضاعف مرة كل ١٠ أو ١٥ سنة. ومع هذا فقد ظلت الكتب المدرسية على ما فيها من معلومات دون محاولة للتجديد. وقد أدى هذا إلى جعل الكثير من المعلومات التى كان التلاميذ يدرسونها فى المدرسة بعيدة كل البعد عن الصورة الحالية للمادة العلمية كما يراها العلماء المحدثين.

٢ - الحفظ الآلى للمعلومات:

إذ كثيرًا ما يتعلم التلاميذ المعلومات عن طريق الحفظ والإستظهار، أى دون إدراك لمعانيها كاف، ومن ثم لا يتوفر لديهم الفهم السليم لها ولا القدرة على استخدامها فى عمليات تتطلب التطبيق أو التحليل مثلاً. ويؤدى الحفظ الآلى للمعلومات إلى لفظية التعلم Verbalism التى تشكل أخطر العيوب فى تعلم المعلومات والتى تؤدى بدورها إلى ضعف فى نوعية التعلم ورداءة فى مستوى المتعلم. وقد أوضحت بعض دراسات التذكر والنسيان للمعلومات أن حوالى ٥٠٪ من المعلومات التى يكتسبها التلاميذ فى مقرر معين على أساس لا تتوفر فيه وظيفية المعلومات ينسى بعد عام من دراستهم له، بينما ترتفع هذه النسبة وتصل إلى مايزيد على ٧٥٪ بعد مرور عامين. ويمثل هذا -ولا شك- فاقدًا كبيرًا فى التعلم وفيما يبذل فيه من وقت وجهد وتكلفة.

٣ - تعلم المعلومات فى صورة مجزأة:

قد يدرس التلاميذ قدرًا كبيرًا من المعلومات المتنوعة ولكن يصعب عليهم إدراك ما بينها من ترابط أو صلة. ويرجع ذلك إلى أن المعلومات تقدم إليهم فى صورة مجزأة ومتناثرة حتى فى إطار الموضوع الواحد، ومن ثم لا يدركون وحدتها ولا يستشعرون لها معنى - وما النتيجة؟ بالقطع حفظ آلى وغموض وعسر فهم. وما مرد هذا العيب؟ لعل مرده فى المحل الأول عدم مراعاة معايير الإستمرارية والتتابع والتكامل فى اختيار خبرات التعلم وتنظيمها.

٤ - تزويد التلاميذ بالمعلومات فى صورة جاهزة:

اهتمت مناهج العلوم التقليدية بإعطاء المعلومات للتلاميذ فى صورة جاهزة، أى قد سبق إعدادها على هذه الصورة المعينة التى يتعلمها التلاميذ سواء من جانب المعلم نفسه أو عن طريق الكتاب المقرر. وهذا التقبل السلبى للمعلومات يفوت على التلاميذ - ولا شك - فرص النشاط والإيجابية التى كان من الممكن استغلالها لإكتساب مهارات التعلم الذاتى الذى هو للتعلم المستمر ضرورة وأساس.

٥ - عدم كفاية الدراسة المعملية:

إن الهدف من الدراسة المعملية فى كثير من الأحيان كان هدفًا تدريبيًا وليس تنقيبيًا، بمعنى أنه كان محاولة لتأكيد ما سبق أن درسه التلاميذ دون أن يتيح لهم فرصة البحث واكتساب مهارات حل المشكلات.

والآن، وبعد بيان عيوب مناهج العلوم التقليدية بصفة عامة، لنلقى نظرة على عيوب نوعية تتعلق بتدريس العلوم (الفيزيقا والكيمياء والبيولوجيا) فى المدرسة الثانوية:

(ا) **فى مجال الفيزيقا:** توجد فى تدريس الفيزيقا عيوب ظاهرة من السهل أن نلاحظها من حيث التخلف النسبى للمادة العلمية، ومن حيث الإهتمام بتحصيل المعلومات كغاية فى ذاتها، ومن حيث عدم ادراك المتعلم للترابط بين المعلومات الفيزيقية والتكامل بينها. وعدم إدراكه أن الفيزيقا كغيرها من فروع العلوم نشاط انسانى مستمر لا ينتهى، وأن للتفكير العلمى والتجريب الدقيق والتقصى العقلى أهمية قصوى فى تقدم هذا العلم وتطويره.

ومن الإنتقادات التى توجه إلى تدريس الفيزيقا أيضًا الاهتمام الزائد بالمسائل وخصوصًا الصعب منها والمعقد، حتى تكوَّن لدى بعض دارسيها إدراكًا خاطئًا بأن الفيزيقا ما هى إلا مجرد مسائل صعبة وتطبيقات معقدة على جوانب التعلم المعرفية الفيزيقية. ومن ثم فإن اهتمام التلاميذ فى دراستهم للفيزيقا لا ينصرف إلى فهم المفاهيم الرئيسة فيها بقدر ما ينحصر فى حفظ

النماذج والصور المختلفة للمسائل وحلولها بصورة آلية[١].

وهناك عيب آخر نشير إليه لكى نتجنبه، وهو عيب عام بالنسبة لمقررات العلوم ولكنه فى الفيزيقا أبرز وأظهر وهو الاهتمام المفرط بالتكنولوجيا فى حد ذاتها على حساب الفهم السليم للمفاهيم والقوانين والنظريات الفيزيقية المفسِّرة لهذه التكنولوجيا والمؤدية إليها. ولا نعنى بذلك أن نحذف التطبيقات التكنولوجية من مقررات الفيزيقا لأن هذه لها أهميتها الكبيرة أيضًا، ولكن الذى نعنيه هنا ألا نزحم المقرر بتطبيقات تكنولوجية مجردة من أساسها الفيزيقى الذى تمكن العلماء به من التوصل إليها من ناحية والذى يمكِّن التلاميذ من فهم هذه التطبيقات وإدراك تفسيراتها من ناحية أخرى.

(ب) **فى مجال الكيمياء:** وفى تدريس الكيمياء يمكننا أن نلحظ عيوبًا مماثلة. إذ فى هذا العلم يحفظ التلميذ عادة صورًا جامدة للنظم الكيميائية ولا يتوفر له فهمًا كافيًا للعمليات الديناميكية المتضمنة فى التفاعلات الكيميائية، كما يعطى المعلم وقتًا أطول من اللازم للمعادلات والضبط الحسابى لطرفى المعادلة، بينما لا يعطى الإهتمام نفسه لتوضيح «الميكانيزمات» والعمليات الكيميائية التى يمكن أن تتحول بواسطتها مجموعة من المواد الداخلة فى تفاعل معين إلى مواد أخرى تنتج عنه ، ويلجأ التلميذ عادة إلى الحفظ الآلى لهذه الصور من المعادلات الكيميائية. بل والأسوأ من ذلك أن بعض التلاميذ – إزاء هذا الاهتمام المفرط بالمعادلات – ينظرون إلى الكيمياء على أنها مسألة معادلات تحفظ وكفى[٢]!.

وإذا أخذنا موضوعًا نوعيًا من ميدان علم الكيمياء، كالتكافؤ مثلاً، لوجدنا فى تدريسه أخطاء، إذ يقوم التدريس على أساس حفظ التلميذ لأنواع

---

(١) المرجع الأخير، ص ص: ١٠٥ – ١٠٦.
وانظر لمزيد من التفصيل:

Heath, R.W. (ed), **New Curricula,** (New York: Harper & Row, 1964) Chapter IV.

(٢) Kornhauser, A. etal (Ed), **Chemical Education in Seventies,** Second Edition, (Great Britain: Wheaton & Co. Ltd., 1982) p. 126.

التكافؤات وأمثلة لهذه الأنواع، بينما لا يدرك التلميذ – مثلاً – الكيفية التى توصل بها العلماء إلى معرفة هذه الأنواع المختلفة من التكافؤ ، وكيف أن معلوماتنا عن تكافؤ العناصر ترتبط بالتركيب الذرى لها.

(جـ) فى مجال البيولوجيا: وفى مجال البيولوجيا نجد هناك عيوب ظاهرة أيضًا سواء فى ميدان بناء المناهج، أو محتواها، أو أساليب تدريسها.

فبالنسبة لبناء المناهج، نجد أن المناهج التقليدية تقدم الدراسات البيولوجية فى صورة مواد منفصلة عن بعضها البعض، فكان الحيوان علمًا والنبات علمًا مستقلاً عنه، بل لقد بولغ فى وضع الفواصل بين عناصر المادة الواحدة حتى فصل الشكل عن التركيب والاثنان عن الوظيفة. ولعل هذا يتنافى ووجود صلات قوية بين حياة كل من النبات والحيوان خاصة بعد انتقال الدراسة فى كل منهما إلى المستوى الخلوى والمستوى الجزيئى. كما يتنافى والفلسفة التربوية الحديثة التى تؤكد أهمية الربط والتكامل والتوحيد على جميع المستويات وبخاصة على مستوى العلوم المتقاربة فى مجالها وطبيعتها كالعلوم الطبيعية، إذ أصبحت البيولوجيا الحديثة ترتبط ارتباطًا وثيقًا بعلوم أخرى كالكيمياء فيما يعرف بالكيمياء الحيوية والفيزيقا فيما يسمى بالفيزيقا الحيوية. وإذا كان هذا قد غدا ضروريًا بين العلوم المختلفة؛ فما بالنا بفروع العلم الواحد؟!.

وبالنسبة للمحتوى ، فإننا نلاحظ تخلفًا فى محتوى المناهج التقليدية بالنسبة للتطورات العلمية الحادثة فى ميدان الدراسات البيولوجية. ولكى نتبين مدى ضخامة التطورات التى حدثت ويحتمل أن تحدث خلال القرن العشرين فى هذا الميدان، فإن هناك احصائيات تشير إلى أن المعرفة البيولوجية فى عام ١٩٣٠ قد تضاعفت إلى أربعة أمثال ما كانت عليه عام ١٩٠٠، وأن حجمها تضاعف فى عام ١٩٦٠ إلى ١٦ مرة، ويتوقع أن تتضاعف فى عام ٢٠٠٠ إلى ١٠٠ مرة عما كانت عليه فى بداية هذا القرن[١]. وعلى الرغم من هذه

(١) Bentley, Glass, "Revolution in Biology" in: **Supervision for quality Education in Science,** (U.S. Department & Education & Welfare, 1963) p. 57.

التطورات الحديثة فى المعرفة البيولوجية، فإن المعلومات التى تدرس فى المناهج التقليدية لا تزال متخلفة فى بعض النواحى الهامة مثل الدراسات التطورية والوراثية والبيئية والجزيئية والخلوية والفسيولوجية عشرات السنين، ولا تزال تعطى الإهتمام الزائد بدراسة الشكل الخارجى والتقسيم للكائنات الحية والدراسة الوصفية لكل من الشكل والتركيب والوظيفة فى صورها الكلاسيكية البالية. وذلك على الرغم من أن البيولوجيا الحديثة لم تعد علمًا يقوم على مشاهد الطبيعة فحسب وما فيها من نباتات وحيوانات وما تزخر به من أحداث وظواهر ، وإنما أصبحت علمًا تجريبيًا تلعب فيه التجربة العملية دورًا أساسيًا فى الكشف عن الحقائق وتطوير المعرفة البيولوجية.

وفيما يتعلق بطريقة التدريس فهى لا تختلف عما سبق ذكره بالنسبة لتدريس كل من الفيزيقا والكيمياء من حيث التركيز على أساليب اللغو والترديد الآلى الذى يدعو إلى الحفظ والاستظهار دون الخروج بمفاهيم رئيسة تدعم التعلم وتثبته ودون أن يلعب المتعلم دورًا أساسيًا فى استخلاصها للتطبيق فى مواقف أخرى جديدة.

ثانيًا: أهم الاتجاهات المعاصرة فى مناهج العلوم

أجريت خلال الربع الماضى من القرن العشرين مشروعات عديدة استهدفت تطوير مناهج العلوم فى المرحلة الثانوية من فيزيقا وكيمياء وبيولوجيا فى عدد من الدول مثل الولايات المتحدة الأمريكية وانجلترا والبلاد العربية. وقد تميزت هذه المشروعات بالتجديد والتطوير فى بناء تلك المناهج مادة وطريقة، ومن أمثلتها:

١ – من ميدان علم الفيزيقا:

(أ) مشروع لجنة دراسة علم الفيزيقا[١].

---

(١) PSSC/ The Physical Science Study Committee Project.

(ب) مشروع هارفرد للفيزيقا[١].

٢ – من ميدان علم الكيمياء:

(أ) مشروع دراسة مادة التعليم الكيميائى[٢].

(ب) مشروع الرابطة الكيميائية[٣].

٣ – من ميدان علم البيولوجيا:

(أ) مشروع دراسة مناهج العلوم البيولوجية[٤].

(ب) المشروع الريادى لتطوير تدريس العلوم البيولوجية فى الوطن العربى.

وفى ضوء دراستنا لهذه المشروعات، وأمثالها، يمكننا استخلاص أهم الاتجاهات التالية التى تتميز بها مناهج العلوم المعاصرة:

الاتجاه الأول : الشعور بالحاجة الفعلية للتطوير

كانت «الشرارة» الأولى فى الانطلاق نحو وضع منهج جديد فى مختلف المشروعات العالمية الحديثة هى استشعار حاجة حقيقية نحو ضرورة العمل على تطوير منهج معين.

فبالنسبة لمشروع BSCS مثلاً كان هناك شعور قوى من جانب كثير من المشتغلين بتدريس العلوم البيولوجية فى الولايات المتحدة بأن تدريس هذه العلوم لا يعكس بصورة كافية تيار المعرفة المتجدد الحادث فى ميدان الدراسات البيولوجية والتربوية. وقد كان نفس هذا الشعور يراود أعضاء

---

(١) HPP/ Harvard Project Physics.

(٢) CHEM/ Chemical Education Material Study.

(٣) CBA/ Chemical Bond Approach.

(٤) BSCS/ Biological Science Curriculum Study.

المعهد الأمريكى للعلوم البيولوجية[١] البالغ عددهم نحو خمسة وثمانون ألفًا. ويمكن تحديد «ملامح» هذا الشعور فى أن مناهج البيولوجيا التقليدية التى كانت موجودة آنذاك ، كانت[٢]:

١ - تغرق فى الأفكار العتيقة والمعلومات الخاطئة التى هجرها علم البيولوجيا إلى أخرى أصح منها، كما تتجاهل التطورات الهامة المعاصرة التى حدثت فى ميدان هذا العلم.

٢ - مكتوبة على المستوى الوصفى التجريبى، وتؤكد بافراط على التفاصيل التركيبية والتدقيقات الاصطلاحية التى لا طائل من ورائها، ومن ثم فإنها تغرى على الحفظ والاستظهار أكثر مما تشجع على الفهم والإستيعاب.

٣ - مدخلها «طبيعى» Naturalistic بشكل مبالغ فيه وغير كاف من النواحى الكمية والتحليلية.

٤ - تركز بشكل زائد على المعالجة على المستويين الخاصين بالعضو والنسيج من مستويات التعضى البيولوجى، بينما تهتم البيولوجيا المتقدمة أساسا بالمستويات الجزيئية والخلوية.

٥ - المعالجة فيها سطحية وتحتوى على وفرة مسرفة من التعميمات البديهية.

٦ - لا تظهر علم البيولوجيا كأداة للبحث والاستقصاء، وكعلم تجريبى يتسم بالاستمرارية ودوام التغير.

٧ - لا تقدم الأفكار البيولوجية التى تتضمنها فى إطار تطورها التاريخى؛ كما أنها تسلخها سلخا عن مضامينها الاجتماعية والتكنولوجية.

٨ - تفتقر إلى التنظيم الذى يدور حول قضايا وأفكار رئيسة Themes

(١) AIBS/ The American Institute of The Biological Sciences.

(٢) Ausubel, David P., "An Evaluation of The BSCS Approach to High School Biology" in: Anderson, Hans 0., **Readings in Science Education For The Secondary Schools, (New York:** The Macmillan Co., 1978) pp: 375-376.

موحدة، وتقدم كماً هائلاً من الحقائق المفككة، وتخفق فى تكامل مفاهيم معينة تربط بينها علاقة ما أو فى تكامل المستويات المختلفة للتعضى البيولوجى.

٩ - تفرط فى تأكيد تطبيقات علم البيولوجيا فى ميادين معينة كالطب والصحة العامة والزراعة، بينما لا تولى المبادئ البيولوجية الأساسية - كغايات فى ذاتها - اهتماماً كافياً.

وإزاء هذا الشعور عن عدم الرضا عن مناهج البيولوجيا فى الولايات المتحدة، أقام المعهد الأمريكى للعلوم البيولوجية فى يناير ١٩٥٩ لجنة تستهدف تطوير مناهج البيولوجيا فى المرحلة الثانوية مادة وطريقة.

وكانت اللجنة تهدف فى المجل الأول إلى الإجابة عن سؤال رئيسى واحد وهو: «كيف يمكن لمناهج البيولوجيا فى الولايات المتحدة مسايرة التقدم السريع للمعرفة العلمية فى ميدانى الدراسة البيولوجية والتربوية؟». وقد أوضح ذلك «بول هيرد» Paul Hurd، الأستاذ بجامعة ستانفورد، بدعوة من المعهد المشار إليه بقوله: «كيف يمكن الارتقاء بمناهج البيولوجيا فى المدرسة الثانوية إلى المستوى الذى تجد عنده المنجزات الفذة والأعمال العلمية الحديثة طريقها إلى ذهن كل مواطن؟. إنها مشكلة تتطلب حلا، وتفرض التطورات العلمية الحديثة علينا ضرورة تقويم مناهج البيولوجيا وإصلاحها بقصد جعلها صالحة للتربية العامة من وجهة ومواكبة لهذه التطورات السريعة من جهة أخرى»(١).

وإذا ما انتقلنا لمجال الفيزيقا، لوجدنا أن جماعة من علماء الفيزيقا فى الولايات المتحدة كان يسايرها مثل ما تقدم من شعور. فقد لاحظت فى عام ١٩٥٦ أن منهج الفيزيقا فى المرحلة الثانوية فى ذلك الوقت لا يمثل - فى محتواه وطريقة تدريسه - علم الفيزيقا بصورته الحديثة. ويعزى «الفريد ت. كوليت» Alfred T. Collette أسباب عدم كفاية فيزيقا المدرسة الثانوية والتى كانت الدافع الحقيقى إلى قيام مشروع PSSC إلى أوجه القصور التالية التى

(١) BSCS Newsletter, No. 28, April 1966.

كانت تتميز بها مناهج الفيزيقا فى ذلك الوقت[١].

١ - التأكيد على المجردات أكثر من التأكيد على الأشياء المحسوسة فى بيئة المتعلم.

٢ - الإلحاح على حفظ الصيغ الرياضية والأساليب القياسية لحل المشكلات الفيزيقية.

٣ - الإفراط فى استخدام تمارين المعمل النمطية التى تعوزها المرونة وتنقصها الابتكارية.

٤ - الإخفاق فى مقابلة ما بين التلاميذ من فروق فردية.

٥ - العجز عن إثارة التفكير الخلاق لدى المتعلمين.

٦ - التملص من مسئولية النمو الاجتماعى والعاطفى للتلاميذ.

أما عن مشروع HPP فكان شعور القائمين عليه أعمق ومشكلتهم أكبر. يا ترى ماذا تكون؟ عزوف من التلاميذ عن دراستهم للفيزيقا كبير، تشهد بذلك احصائيات التسجيل فى هذا العلم فى المرحلة الثانوية إذا ما قورنت بمثيلاتها الخاصة بالتسجيل فى العلوم الأخرى فى المرحلة ذاتها. إذ من بين ما يزيد على ٢,٥ مليون تلميذ فى المدارس الصناعية فإن أكثر من ٢ مليون منهم لم يأخذوا الفيزيقا. وهذا يعنى أن هذا العلم قد لقى عزوفا من قبل أكثر من ٨٠٪ من التلاميذ. بل لقد بلغ عدد المسجلين فيه من تلاميذ المرحلة الثانوية ما يقدر بنحو ٤٪ من التلاميذ فقط فى العام الدراسى ١٩٦٤ - ١٩٦٥. ومعنى هذا أن نسبة العزوف عن دراسة الفيزيقا قد وصلت فى ذلك العام حوالى ٩٦٪!![٢]. ولا شك أن لمناهج الفيزيقا آنذاك دورًا كبيرًا فى هذا العزوف.

ومن الفيزيقا نتجه صوب الكيمياء، فنجد أن مشروع CBA كان ثمرة من ثمرات مؤتمر عقد فى يونية عام ١٩٥٧ فى كلية «ريد بورتلاند» بولاية أوريجون الأمريكية، التى لفتت الانتباه إلى ضرورة إعادة النظر فى المناهج

(١) Collette, Alfred T., **Science Teaching in the Secondary School - A Guide for Modernizing Instruction,** (Boston: Allyn and Bacon, Inc., 1973), pp. 118-120.

(٢) Holton, Gerald. «Harvard Project Physics» in : Anderson. Hans O., **op. cit.,** p. 422.

الحالية للكيمياء فى المرحلة الثانوية فى الولايات المتحدة، على أن تؤخذ فى الاعتبار النقاط الثلاث التالية[١]:

١ – يعمل الكيميائيون فى المعمل للحصول على البيانات.

٢ – يستخدم الكيميائيون تصوراتهم لتنمية الأفكار.

٣ – يربط الكيميائيون بين البيانات التجريبية والأفكار التصورية لزيادة فهمهم للنظم الكيميائية.

الاتجاه الثانى: تحديد الأهداف المرجوة تحديدًا مسبقا

عنيت المشروعات الحديثة بالتحديد الواضح والدقيق للأهداف المرجوة من كل منهج تحديدا مسبقا.

فمثلا حدد القائمون على مشروع PSSC أهدافه على النحو التالى[٢].

١ – إظهار الفيزيقا على أنها مادة ذات وحدة واحدة تتسم بالديناميكية ودوام التغير.

٢ – إيضاح الترابط بين النظرية والتجريب فى نشأة علم الفيزيقا وتطوره.

٣ – حث التلاميذ على تعلم المفاهيم الأساسية والأفكار الرئيسة فى علم الفيزيقا.

٤ – اكساب التلاميذ المهارات الأساسية اللازمة للدراسة المتعمقة لعلم الفيزيقا.

٥ – تزويد التلاميذ بأساس علمى متين، وخاصة الذين سيتابعون منهم دراساتهم فى العلوم والهندسة على المستوى الجامعى.

بينما حدد أصحاب مشروع BSCS أهدافه فى مساعدة التلاميذ على[٣]:

---

(١) **CBA Newsletter**, No. 2. April 1963.

(٢) Haber-Schaim Uri, «The PSSC Course» in: Anderson, Hans O., **op. cit.**, p. 418.

(٣) BSCS Newsletter, **op. cit.**, p. 15.

١ – فهم مظاهر الحياة فى الكائنات الحية.
٢ – إدراك ما بين هذه الكائنات من علاقات وثيقة وصلات دقيقة.
٣ – الوقوف على طبيعة البحث العلمى واستيعاب خصائصه.
٤ – تعرف الأسس البيولوجية لبعض المشكلات الصحية والبيئية.
٥ – تعرف التطور التاريخى للمفاهيم البيولوجية الأساسية.
٦ – تعرف النظريات الحديثة التى تستهدف تفسير قضايا بيولوجية هامة مثل التطور والتوارث.
٧ – تذوق مظاهر الجمال فى عالم الحياة والاستمتاع بها.
٨ – الوقوف على علاقة الانسان بمحيطه الحيوى ودوره ازاءه بناء وهدما.

أما لجنة CBA فقد ارتأت أن فى تحقيق الأهداف الرئيسة التالية خير ضمان لنجاح مشروعها[١]:

١ – تقديم المبادئ الأساسية لعلم الكيمياء فى اطار نظام عقلانى متكامل.
٢ – تدريب التلاميذ على التفكير الناقد، وخاصة ما ينطوى منه على علاقات منطقية وكمية.
٣ – إثارة إهتمامات التلاميذ نحو علم الكيمياء، وتعرف النابهين منهم فى هذا العلم وتعهدهم بالرعاية والتوجيه لمواصلة دراساتهم العليا فيه.
٤ – مساعدة التلاميذ على تقدير أهمية الكيمياء فى حياتنا.

الاتجاه الثالث: اتباع أسلوب علمى فى عملية الإعداد

يلاحظ أن المشروعات الحديثة قد استخدمت أسلوبا علميا فى طريقة إعدادها. ويمكن تلخيص أهم ركائز هذا الأسلوب فى النقاط التالية:

---

(١) Cawelti, Gordan, «Innovative Practice in High Schools: Who does What and Why and How» in : **Nation's Schools** 67–79. 1967.

١ - المشاركة بين المتخصصين على المستويين الجامعى والثانوى:

فإذا نظرنا إلى منهج PSSC مثلاً لوجدنا أن هذه المشاركة قد تمت على وجهٍ مرضٍ، حيث اجتمع فى صيف عام ١٩٥٧ نحو ٧٠ من علماء الفيزيقا وأساتذتها بالجامعات ومراكز البحوث والمؤسسات الصناعية والمسئولين عن تدريس الفيزيقا فى المرحلة الثانوية[١]. وفى منهج CHEM أعدت الكتب وتجارب المعمل خلال صيف عام ١٩٦٠ بواسطة لجنة تحرير تتألف من سبعة من أساتذة الجامعات ومثلهم من معلمى الكيمياء فى المرحلة الثانوية[٢]. كذلك ففى منهج CBA حضر المؤتمر، الذى كان الباعث الحقيقى له شعورا مشتركا بين الجامعة والمدرسة الثانوية بضرورة وضعه، أساتذة للكيمياء على المستويين الجامعى والثانوى[٣]. وقد ضمت اللجنة التى أقامها المعهد الأمريكى للعلوم البيولوجية فى يناير ١٩٥٩ علماء وباحثين ومعلمين فى مجال العلوم البيولوجية. وفى صيف عام ١٩٦٠ انبثقت عن هذه اللجنة جماعة تألفت من ٧٠ من أساتذة الجامعات ومعلمى البيولوجيا فى المرحلة الثانوية لإعداد مواد تعليمية أولية تخضع للتجريب فى المدارس بقصد تنقيحها وادخال التعديل المناسب عليها[٤].

ولا شك أن لهذا التعاون أثره المحمود ذلك أنه إذ إنفرد أساتذة الجامعات بوضع المنهج فربما جاء عالى المستوى مفرطا فى التفاصيل الدقيقة بعيدا عن الحاجات الفعلية لطلاب المرحلة الثانوية. وإذا اقتصر الأمر على المسئولين فى التعليم العام ربما جاء المنهج متخلفا عن أحدث ما توصل إليه العلم والذى عادة ما يحيط به أساتذة الجامعة - بحكم تخصصهم - بدرجة أعمق. ومن ثم فالمشاركة المتوازنة بين أساتذة الجامعات والمسئولين فى التعليم العام تسهم فى تحديث محتوى المناهج المراد وضعها بما يجعلها تساير أحدث التطورات العلمية. كما أن اشتراك معلمين يمكنهم أن يساهموا - من واقع خبراتهم

(١) Finley Gilbert C., «The Physical Sciences Study Committee» in: **The School Review,** 70: 71. 63-81, Spring 1968.

(٢) Collette, Alfred T., **op. cit.,** pp. 188-190.

(٣) CBA Newsltter, **op. cit.,**

(٤) BSCS Newsletter, **op. cit.,**

الميدانية – فى عرض المادة بشكل ملائم واقتراح طرق التدريس المناسبة.

٢ – مشاركة رجال التربية للمتخصصين فى المادة:

ومن أظهر المشروعات التى عنيت بهذا النوع من المشاركة مشروع BSCS. وإذا كانت المشاركة بين المتخصصين فى المادة على المستويين الجامعى والثانوى مطلوبة، كما أوضحنا، فإنها لا تكتمل إلا بوجود من يمثلون الجانب التربوى. لأن فى وجودهم خير ضمان لفهم نفسية المتعلم وتعرف مستوى نضجه والوقوف على ميوله واهتماماته وقدراته واستعداداته. كما أنه فيه الضمان كذلك لسلامة بناء المنهج واقتراح أمثل السبل لحسن تنفيذه.

٣ – تجريب المناهج المعدة قبل تعميمها:

فمثلا قامت لجنة خاصة فى منهج PSSC بتجربة المواد التعليمية التى تم إعدادها وتقويمها وتنقيحها لمدة سنوات ثلاث قبل نشرها فى عام ١٩٦٠[١]. وفى منهج CHEM جربت المواد التعليمية فى ٢٤ مدرسة واشترك ١٥٨ معلمًا فى إعادة صياغتها خلال العام الدراسى ١٩٦١ – ١٩٦٢ وفق ما أسفرت عنه نتائج التجريب، ثم أعيد تجريبها وتنقيحها مرة أخرى فى العام التالى ١٩٦٢ – ١٩٦٣ حيث أصبحت فى صورتها النهائية فى خريف عام ١٩٦٣[٢]. وفى منهج CBA جهزت الطبعة التجريبية من المواد التعليمية التى تم إعدادها فى صيف عام ١٩٥٩ خلال صيف عام ١٩٦٠. وفى عام ١٩٦٣ استخدمت المعلومات التى تجمعت من ما يزيد على ٣٠٠ معلم و ٢٠,٠٠٠ تلميذ فى اعداد الصورة النهائية لهذه المواد[٣]. وفى منهج BSCS جربت المواد التعليمية التمهيدية فى ١٠٠ مدرسة ثانوية منتشرة فى مختلف أنحاء الولايات المتحدة. وعلى ضوء عمليات التجريب هذه، روجعت المواد التعليمية ونقحت خلال صيف عام ١٩٦٠، ثم أعيد تجريبها مرة ثانية فى ٥٠٠ مدرسة ثانوية خلال

---

(١) Filnley, Gillbert C., **op. cit.**, p 65.
(٢) Collette, Alfred T., **op. cit.**, pp, 188–190.
(٣) CBA Newsletter, **op. cit.**, pp: 22 - 24.

العام الدراسى ١٩٦١ - ١٩٦٢. وقد قام بالتجريب فريق مكون من ٣٥٠ معلما على ٥٠,٠٠٠ تلميذ. وفى العام التالى ١٩٦٢ - ١٩٦٣ تم تجريب المواد التعليمية للمرة الثالثة فى ٩٥٠ مدرسة ثانوية. وقد اكتملت هذه المواد فى خريف ١٩٦٣ حيث صدرت فى صورتها النهائية[١]. وبصفة عامة فقد اشترك فى عمليات التجريب الثلاث ما يزيد على ١٠٠٠ معلم و ١٥٠,٠٠٠ تلميذ حتى عام ١٩٦٣. كما يقدر عدد التلاميذ الذين جربت عليهم المواد التعليمية الخاصة بالمشروع بنحو ٣٢٨,٤٠٠ تلميذا فى العام الدراسى ١٩٦٤ - ١٩٦٥[٢].

ويعتبر التجريب استعدادا للتعميم خطوة أساسية لضمان طرح المناهج الجديدة على أوسع نطاق ممكن دون أن نفاجأ باعتبارات لم تكن فى الحسبان، ففى التجريب فرصة لتعرف مدى ملاءمة المناهج للمستوى الفعلى للطلاب، ومدى توافر الإمكانات اللازمة لتدريسها، إلى غير ذلك من الاعتبارات.

٤ - تدريب المعلمين على تنفيذ المناهج الجديدة:

لعل أى جهد يبذل لتطوير منهج من المناهج دون العناية البالغة بإعداد من ستوكل إليه مهمة تنفيذه يعتبر جهدا مبتورا. ولم تغب هذه الحقيقة عن أعين القائمين على أمر المشروعات الحديثة لتطوير مناهج العلوم. فقد عنى المشروع الريادى لتطوير تدريس البيولوجيا فى الوطن العربى، على سبيل المثال، بتدريب القيادات والمعلمين الذين سيقومون بتنفيذ المناهج الجديدة والإشراف عليها. وقد عقدت حلقات التدريب هذه فى صيف عام ١٩٧٥.

الاتجاه الرابع: إتباع أسلوب علمى فى عملية البناء

١ - تحديد نوع التنظيم المنهجى المناسب:

الملاحظ على المناهج التى أعدتها المشروعات الحديثة أنها بدأت بتحديد

(١) BSCS Newsletter, op. cit. pp: 9 - 12.
(٢) Collette, Alfred T., op. cit, p. 103.

نوع التنظيم المنهجى المناسب. وتعتبر هذه خطوة أولى وأساسية فى عملية بناء المنهج بالأسلوب العلمى، لأن تحديد ملامح التنظيم المنهجى من البداية سيحدد بالتالى كل ما يترتب عليه من عمليات البناء.

وإذا كانت هناك تنظيمات عديدة للمناهج يدور بعضها حول محور المتعلم مثل منهج النشاط والمنهج المحورى، بينما يدور البعض الآخر حول محور المادة المتعلمة مثل منهج المواد الدراسية بأنواعه (المنفصلة، والمترابطة، والمندمجة، ومنهج المجالات الواسعة)، فإن التنظيم الذى أخذت به المناهج المشار إليها هو منهج المواد الدراسية المنفصلة، وهو التنظيم التقليدى المعروف. وربما كان الدافع وراء ذلك أنه يناسب التلاميذ فى المرحلة الثانوية والذين هم على أعتاب التخصص فى المرحلة الجامعية.

كذلك أخذت المناهج المعنية بالتنظيم المنطقى الذى يقوم على المادة المتعلمة أيضا حيث تعتبر اعتبارات التبويب العلمى البحت هى محوره، ولم تأخذ بالتنظيم السيكولوجى الذى يتخذله من حاجات المتعلم ومشكلاته وميوله ونشاطاته محورًا. وذلك على الرغم من أوجه النقد التى عادة ما توجه إلى التنظيم المنطقى وخصوصًا على مستوى التعليم العام، والتى منها[١]:

١ - ما قد يكون أوليًا أو بسيطًا من وجهة نظر المتخصص قد لا يكون كذلك من وجهة نظر غير المتخصص. فالكائنات الأولية مثلاً، نباتية كانت أم حيوانية، قد يكون إدراكها أشق على التلميذ من دراسة بعض الكائنات ذات التركيب المعقد مثل النباتات الزهرية أو الحيوانات الثديية. ومن الطبيعى أن يستشعر التلاميذ صعوبة فى دراسة الكائنات الأولية لأنها بعيدة عن بيئتهم العقلية.

٢ - يفرض التنظيم المنطقى على التلاميذ تعلم كثير من المعلومات

(١) Hurley, B.D.,**Organization of the Curriculum,** (New York: Ronald Press, 1975) pp: 84 - 85.

واكتساب كثير من المهارات التى قد لا تهم إلا من يريدون التخصص[١]. كما أنه يهمل بدرجة ما بعض الموضوعات النابضة بالحياة التى يعيش التلاميذ فى غمارها، وهذا مما يجعل الدراسة جافة ويعمل على تبديد الوقت والجهد فيما لا يحتاج إليه التلميذ ولا يهمه.

٣ - يهتم التنظيم المنطقى بالمعلومات فى صورتها النهائية ولا يكاد أن يعنى بكيفية الوصول إليها. ويترتب على هذا أن يتحول التعليم إلى مجرد تلقين للمعلومات المطلوبة دون اهتمام يذكر بتدريب التلاميذ على مواجهة المشكلات ومساعدتهم على التفكير فى حلها.

وربما يعزى أخذ المناهج المعنية بالتنظيم المنطقى إلى ترجيحها وظيفة المدرسة الثانوية على أنها إعداد للجامعة.

٢ - تحديد القضايا الكبرى:

ولعل أهم ما يميز الفلسفة التى تأخذ بها المناهج المعاصرة للعلوم فى بنائها هى البدء - منذ اللحظة الأولى - بتحديد القضايا الكبرى التى تعتبر بمثابة «الأرضية» الصلبة التى يقام عليها بناء المنهج. ويحدد هذه القضايا نظرة واضع المنهج لطبيعة العلم المتخصص فيه ومدى فهمه لجوهره.

فمثلا أضحى المفهوم الحديث للفيزيقا - وكما سبق أن بيَّنا فى الفصل الأول - أنه علم دراسة الجسيمات والموجات[٢]، ومن ثم كانت «الأرضية» الصلبة التى انطلقت منها مناهج الـ PSSC ومناهج الـ HPP هى دراسة ظواهر تحكمها الجسيمات وأخرى هى فى طبيعتها موجات وثالثة تتداخل فيها الجسيمات والموجات، ومن ثم تستعين المناهج هنا برياضة الكم لمعالجة هاتين الخاصتين المزدوجتين.

---

(١) لعل من أظهر الأمثلة على ذلك دراسة السجل الجيولوجى فى منهج الجيولوجيا الذى يحاول وضع ترتيب زمنى ينظم طبقات الصخور والأحداث والحفريات وفقا لتتابعها خلال التاريخ الجيولوجى من الأقدم إلى الأحدث. وهى معلومات جد متخصصة قد لا تهم إلا المتخصصين فى هذا العلم على المستوى الجامعى.

(٢) انظر: ص ص: ٢٧ - ٢٨.

ومن منطلق أن الكيمياء ما هى - فى جوهرها - إلا العلم الذى يعنى بدراسة الروابط فى تكوينها وتفككها، فإن منهج CBA يقوم على أساس فكرة واحدة رئيسة أو قضية واحدة كبرى وهى قضية «الربط الكيميائى» Chemical Bonding. ومن الطبيعى أنه لتأكيد هذه الفكرة أو القضية عبر المنهج كله، فإنه ينبغى أن يغفل من حسابه ويسقط كمًّا له اعتباره من المادة التى عادة ما تتضمنها مناهج الكيمياء التقليدية. فمثلا اعتبر المنهج أن الصفات النوعية للفلزات هامة وحسب بقدر ما تسهم به من معلومات تساعد على التوصل إلى مفهوم الرابطة الفلزية، كما أن نواة الذرة - باستثناء شحنتها الموجبة التى تساعد فى تحديد التركيب الذرى - لا تكون هامة كذلك فى مجال الربط الكيميائى. وبناء على هذا فإن ما يقرب من نصف المادة التى تعرضها كتب الكيمياء التقليدية يغفلها منهج CBA ويسقطها من حسابه. وفى معالجة المنهج لقضيته الرئيسة يضع فى اعتباره ثلاثة محاور للربط الكيميائى وهى: الروابط الأيونية، والروابط التساهمية، والروابط الأيدروجينية[١].

وأما أصحاب CHEM فينظرون إلى الأمر بعين أخرى، إذ أنهم يرون أن الكيمياء - من وجهة نظر الكيميائى - ليست دراسة الكواشف ونواتجها، وانما هى - فى الحق - دراسة الميكانيزمات التى تتحول بها الكواشف إلى نواتج. وذلك وفقا للمعادلة التالية:

الكواشف ← الكيمياء هنا ← النواتج

---

(١) يقصد بالرابطة الأيدروجينية تلك الرابطة التى تتكون بين ذرتين نتيجة لفقدان إحدى الذرتين الكترونا أو أكثر من الكترونات التكافؤ فيها. والرابطة التساهمية هى الرابطة التى تساهم فيها كل ذرة من ذرتين متجاورتين بالكترون واحد من مدار التكافؤ فيها لتكون الذرتان زوجا الكترونيا يقضى جزءا كبيرا من وقته فى الفراغ الموجود بين الذرتين، ولكنه يكون منجذبا فى نفس الوقت إلى نواتى الذرتين المتجاورتين فيشدهما لبعضهما مكونا رابطة تساهمية. وأما بالنسبة للرابطة الأيدروجينية، فإنه يلاحظ أن جزيئات المادة تنظم نفسها بحيث يتجاذب الطرف السالب الشحنة فى جزىء الأكسيجين مع الطرف الموجب الشحنة فى جزىء مجاور (الأيدروجين). ويكون هذا التجاذب كبيرا فى حالة الماء ولكنه يبقى دائما أقل من قيمة طاقة الرابطة الكيميائية العادية.

ومن ثم فإن القضية الكبرى فى هذا المنهج هى بيان الكيفية «الميكانيزم» التى تتحول بها الكواشف إلى نواتج[١].

وإذا ما انتقلنا إلى ميدان علم البيولوجيا لنرى بالذات جهود لجنة BSCS لوجدنا أن هذه الجهود قد أثمرت عن تحديد تسع قضايا أو أفكار رئيسة ينبغى أن تغطيها دراسة مناهج البيولوجيا فى المرحلة الثانوية. وهذه القضايا أو الأفكار هى[٢]:

١ - تغير الكائنات الحية عبر الزمن: التطور

Change of Organisms through time: Evolution.

٢ - اختلاف النوع ووحدة النمط فى الكائنات الحية.

Diversity of Type and Unity of Pattern in Living Things.

٣ - استمرارية الحياة عن طريق الجينات.

Genetic Continuity of Life.

٤ - الأصول البيولوجية للسلوك.

The Biological Roots of Behavior.

٥ - التكامل بين التركيب والوظيفة.

The Complementarity of Stucture & Function.

٦ - التكامل بين الكائن الحى والبيئة.

The Complementarity of Organism & Environment.

٧ - علم البيولوجيا كأداة للبحث والاستقصاء.

Science as Enquiry and Investigation.

٨ - تاريخ المفاهيم البيولوجية.

This History of Biological Concepts.

---

(١) Campbell, J. Arthur, **Chemistry: An Experimental Science,** (San Francisco: W. H. Freeman & Co., 1963), pp. vii-viii.

(٢) Crossland, Richard W., «The American Biological Science Curriculum Study» in: Anderson. Hans O., **op. cit.,** p. 370.

٩ - التنظيم والاتزان البدنى: المحافظة على الحياة.

Regulation and Homeostasis: Preservation of Life.

وقد توصلت اللجنة - فى ضوء الدراسات والأبحاث أيضا - إلى أنه ليس هناك مدخلا بعينه فى دراسة البيولوجيا يمكن أن يقال أنه أكثر المداخل التى يمكن استخدامها فى هذا العلم شمولا وأكثرها أفضلية، كما أنه ليست هناك طريقة تعتبر الوحيدة فى عرض المادة وتقديمها للطالب.

ومن هذا المنطلق أعدت اللجنة ثلاثة مناهج مختلفة من حيث طريقة العرض ولكنها متشابهة من حيث تأكيدها القضايا أو الأفكار البيولوجية الرئيسة. وقد عرفت هذه المناهج بالأسماء التالية المستمدة من لون الغلاف الذى يميز كل منها:

١ - المنهج الأزرق Blue Version: ويأخذ بالمدخل الكيميائى الحيوى - الفسيولوجى Biochemical - Physiological A. الذى يعنى بمعالجة البيولوجيا الجزيئية، أى يهتم - أكثر ما يهتم - بمستوى الجزىء Molecule الذى يمثل المستوى الأول من مستويات التعضى البيولوجى وهو يوغل فى معالجة العمليات والوظائف الحيوية على أساس كيميائى.

٢ - المنهج الأخضر Green Version: ويأخذ بالمدخل البيئى Ecological A. فى تدريس البيولوجيا. ويعنى - أكثر ما يعنى - بمستويات التعضى البيولوجى التى تعلو مستوى الفرد، وهى: الجماعة، والمجتمع، والنظام البيئى، والمحيط الحيوى.

٣ - المنهج الأصفر Yellow Version ويأخذ بالمدخل التطورى - الخلوى Evolutionary - Cellular A. الذى يعنى بدراسة الجوانب التطورية والتراكيب الخلوية. وهو يعنى، أكثر ما يعنى، بالمستوى الثانى من مستويات التعضى البيولوجى وهو الخلية.

«ولا توجد إشارة أو دليل على أن أى من هذه المناهج الثلاثة قد وضع خصيصا لمنطقة ريفية أو حضرية معينة، أو لتلميذ يتميز بخلفية علمية معينة، أو

لمعلم يتسم إعداده بسمات معينة، وإنما يتم الاختيار من بين هذه المناهج فحسب بواسطة المعلم فى ضوء خلفيات التلاميذ واهتماماتهم»[١].

ولكن على الرغم من تمايز المناهج الثلاثة من حيث المدخل أو طريقة المعالجة، وعلى الرغم من الاختلاف فى اتجاهات مؤلفيها، فإن المحتوى الذى تضمنته يظهر درجة كبيرة من التداخل والتشابه (تشترك المناهج الثلاثة فى نحو ٧٠٪ من المحتوى). فأى من هذه المناهج يقوم أساسا على القضايا أو الأفكار الرئيسة التسع المتقدم ذكرها مع وجود اختلافات فيما يتعلق بالموضوعات الواجب تأكيدها فى كل منهج.

ومن الواضح أن تلك القضايا أو الأفكار لا تفرض نظامًا بعينه فيما يتعلق بشكل المنهج ومحتواه، وإنما تحدد فقط الإطار العام الذى ينبغى أن يكون عليه أى تنظيم للمادة العلمية. فبالنسبة لمستوى معين يمكن أن تسود إحدى هذه الأفكار وعلى مستوى آخر قد تسود فكرة أخرى، غير أن هذه الأفكار التسع الرئيسة ينبغى أن تكون - على الأقل - فى الخلفية فى كل وقت وفى كل محتوى وعلى أى مستوى. أى أنها جميعا من الأهمية بحيث لا يجوز اغفال احداها، وإنما يكون تأكيد بعضها وعدم تأكيد البعض الآخر حسبما يقتضى التنظيم الذى يريده واضع المنهج.

ولعل من نافلة القول أن تحديد المفهوم الرئيس لعلم معين يعد أمرًا أساسيًا لتحديد قضاياه الكبرى التى تعتبر بدورها أمرًا لا يستقيم بدونه بناء المنهج، ذلك أن هذه القضايا هى التى تحدد مقومات البناء وملامحه وتتابعه وعلاقة أجزائه بعضها ببعض، وبدونها يكون البناء مجرد «لبنات» مبعثرات لا تحكمها فلسفة ولا يربط بينها رابط. فالبناء الذى لا يتخذ له من قضايا العلم الكبرى أساسًا عادة ما يكون واهى الأساس.

---

(١) Biological Sciences Curriculum Study, **About BSCS Biology**, Boulder, Colorado, Nov.1966.

٣ - الأخذ بالمعالجة المفاهيمية:

عنيت المشروعات الحديثة بوضع مناهج يقوم بناؤها على أساس مفاهيم رئيسة محددة تنبثق من القضايا الكبرى السابق الاتفاق عليها.

فمثلا قام المنهج الأصفر الذى أعده مشروع BSCS على أساس أربعة مفاهيم رئيسة وهى: الوحدة، والتنوع، والاستمرارية، والتكامل. وتقوم المناهج الثلاثة التى وضعها المشروع العربى لتطوير تدريس البيولوجيا فى الوطن العربى على أساس المعالجة المفاهمية Conceptual Approach فمثلا يعالج منهج الصف الثالث، الذى يقوم على فكرتى «التباين» Diversity و «الوحدة» Unity، هاتين الفكرتين من خلال مفاهيم ثمانية يشغل كل منها فصلا وهذه المفاهيم هى: الهضم، والنقل، والتنفس، والإخراج «الطرح»، والدعامة، والحركة، والاحساس، والتآزر. وفى معالجته لكل مفهوم يبدأ ببيان المقصود به ثم يأخذ فى توضيحه من خلال أمثلة تشمل مختلف مستويات التعضى البيولوجى.

فبالنسبة لمفهوم الدعامة مثلا، يبدأ المنهج بمقدمة توضح المقصود بالدعامة وأهميتها فى جسم الكائن الحى وارتباطها بنوع البيئة وبالأصول التى انحدر منها الكائن خلال تطوره. ولتوضيح هذا يأخذ فى بيان الدعامة فى صور مختلفة من الكائنات الحية مثل الدعامة فى وحيدات الخلية كالفورامينيفرا والدياتومات، والدعامة فى النبات (الدعامة التركيبية والدعامة الفسيولوجية)، والدعامة فى الحيوان كالاسفنج، والجوفمعويات، والرخويات، والرأسقدميات، والمفصليات، وشوكيات الجلد، والفقاريات (دائريات الفم - الأسماك الغضروفية - الأسماك العظمية - البرمائيات - الزواحف - الطيور - الثدييات).

وفى معالجة المنهج لمفهوم الحركة، يبدأ ببيان أهميتها فى حياة الكائن الحى، ثم ينتقل إلى بيان الحركة وفقا لسلم التطور البيولوجى. فيبدأ ببيان أنماط الحركة فى الخلية مشيرًا إلى الحركة البراونية والحركة الدورانية السيتوبلازمية.

ثم أنماط الحركة فى وحيدات الخلية مشيرًا إلى الحركة بالأقدام الكاذبة والحركة بالأسواط والحركة بالأهداب. ثم أنماط الحركة فى النبات مشيرا إلى اللمس والإنتحاء والشد. ثم يشير إلى الحركة فى الحيوان على اختلاف مستوياته. ويختم معالجة هذا المفهوم بدراسة تفصيلية للجهاز العضلى فى الإنسان تتناول فسيولوجيا الحركة فى العضلة والمحافظة على صحة الجهاز العضلى[١].

ولعل هذا الاتجاه، المعالجة المفاهيمية أو بناء المنهج على أساس المفاهيم الرئيسة، له مبررات كثيرة منها[٢]:

١ – تزايد المعرفة العلمية بدرجة كبيرة وبمعدلات متراكبة بحيث لم يعد فى مقدور أى إنسان، مهما كانت قدراته، أن يحيط بالمعارف جميعها فى مجال تخصصه.

٢ – المفاهيم الرئيسة أكثر ثباتا ومن ثم فهى أقل عرضة للتغيير من المعلومات القائمة على الحقائق المنفصلة. ويرجع ثبات المفاهيم الرئيسة إلى كونها تربط بين الحقائق والتفصيلات الكثيرة فى كل موحد له معناه ومغزاه. ويساعد ثبات المفاهيم – بالطبع – على التقليل من سرعة نسيان المتعلم للمادة المتعلمة.

٣ – تصنف المفاهيم الرئيسة عددًا كبيرًا من الأشياء والأحداث والظواهر فى البيئة وتجمع بينها فى مجموعات أو فئات تساعد على التقليل من تعقد البيئة وتسهل من دراسة التلاميذ لمكوناتها وظواهرها.

---

(١) المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، علم الأحياء «البيولوجيا» للمرحلة الثانوية، كتاب الطالب للصف الثانى (الحادى عشر)، الطبعة الأولى، عمان ١٩٧٥.

(٢) انظر فى هذا الصدد:

(a) Ausubel, D.P., **Educational Psychology: A Cognitive View** (New York: Holt Rinehart and Winston Inc., 1968).

(b) De Cecco, J.P., **Psychology of Learning and Instruction: Educational Psychology** (N.J.: Prentice-Hall, 1968).

(جـ) بثينة حسنين عمارة «تكامل المعرفة بين المواد العلمية وأثر ذلك فى بناء المناهج المدرسية فى المرحلة الابتدائية» فى: **مجلة العلوم الحديثة**، العدد الثانى، السنة الثالثة عشر، يوليو ١٩٨٠، ص ص: ٨٠–٨٢.

٤ - يسهل تعلم المفاهيم الرئيسة فهم الكثير من المعلومات الجديدة فى المرحلة التعليمية التالية استنادًا إلى نظرية «أوزوبيل» فى التعلم التى ترى أن تعلم المفاهيم الأكثر عمومية يسهل تعلم جميع المفاهيم الجزئية التى تتصل بها.

٥ - يعتمد تفكير الفرد فيما يواجهه من مشكلات فى حياته اليومية على مقدار ما لديه من مفاهيم رئيسة ترتبط بهذه المشكلات.

٦ - تعلم المفاهيم العلمية الرئيسة يزيد من قدرة المتعلم على تفسير كثير من الظواهر الطبيعية المرتبطة بها لأن لها قوة تفسيرية كبيرة. فمثلا إذا أدرك المتعلم أن «المادة تتألف من جزيئات، وهذه الجزيئات فى حركة مستمرة»، فإن هذا المفهوم الرئيس يساعده على تفسير العديد من الظواهر الطبيعية مثل: ظاهرة البخر، وظاهرة التكثف، وظاهرة التسامى، وظاهرة التمدد، وظاهرة الانكماش، وظاهرة الذوبان، وظاهرة اختلاف حالات المادة، الخ.

٧ - المفاهيم الرئيسة لها صفة العمومية، وهى بذلك تعطى النظرة الشاملة والمتكاملة للعلم خصوصا إذا أظهرنا ما بينها من علاقات وصلات، فضلا عن أنها تكون ذات معنى بالنسبة للمتعلم خصوصا إذا روعى التنظيم السيكولوجى فى تقديمها.

٨ - تعلم المفاهيم الرئيسة، خصوصًا فى الصغر، يعصم التلاميذ من الفهم الخاطئ للكثير من الظواهر الطبيعية قد يصعب تصحيحه. وقد دلت البحوث العلمية على أن تعلم مفاهيم جديدة أسهل بكثير من تصحيح مفاهيم خاطئة.

٩ - يشجع تعلم المفاهيم الرئيسة على تدعيم عملية التعلم. فالتلميذ الذى عرف شيئًا عن الجاذبية الأرضية سيتدعم تعلمه لهذا المفهوم من خلال اكتسابه لخبرات أخرى ترتبط به.

١٠ - تسهم دراسة المفاهيم الرئيسة فى انتقال أثر التعلم. ذلك أن المدرسة لا تستطيع بحال تعليم التلاميذ مواجهة جميع مواقف الحياة نتيجة للتغيرات الهائلة التى تحدث فى البيئة والمجتمع من حين لحين. لذا فإن من الوظائف الرئيسة للمدرسة مساعدة التلاميذ على نقل ما تعلموه إلى مواقف مشابهة

جديدة. ويساعد تعلم المفاهيم الرئيسة التلاميذ على إدراك العناصر المتشابهة بين ما سبق أن تعلموه وبين المواقف الجديدة، وهذا مما يسهل بدوره عملية الإنتقال.

١١ - توفر المفاهيم الرئيسة، فى مجال التخطيط للمناهج وبنائها، أساسا لاختيار خبرات ومواقف تعلمية شاملة، ومن ثم فهى تستخدم «كخيوط» أساسية فى «النسيج» العام للمنهج.

٤ - عرض المادة المتعلمة فى صورة مشكلات:

الملاحظ على كثير من المناهج التى أعدتها المشروعات الحديثة أنها لم تقدم المادة المتعلمة فى صورة سرد وإنما فى صورة مشكلات لا يجاب عليها فى كتاب التلميذ وإنما فى دليل المعلم[١] وهذا مما يجعل المتعلم يفكر - بجهد ذاتى منه وبتوجيه من المعلم - فى حلها. مما يكون له أثر ملحوظ فى تدريب التلاميذ على التفكير العلمى السليم واكسابهم مهاراته وتنمية قدراتهم الابتكارية، وهو أحد الأهداف الرئيسة المرجوة من تدريس العلوم.

٥ - البناء التتابعى لخبرات المنهج:

عنيت المشروعات الحديثة بإحكام البناء التتابعى للمنهج وسيلتهم فى ذلك استخدام طريقة تجد استحسانا وقبولا لدى المتخصصين فى علم المناهج وهى «طريقة التوزيع الحلزونى» Spiral Distribution Method ومؤداها أن تتردد جوانب التعلم من صف إلى صف بحيث تزداد وتنمو باستمرار الانتقال من مستوى إلى آخر أعلى منه[٢]. وغنى عن الذكر أن الخبرات التى تنطوى عليها هذه الجوانب لابد أن تزداد اتساعا وتنوعا من مستوى إلى مستوى. وهى فى اتساعها وتنوعها وتعمقها تساعد على زيادة الفهم لجوانب التعلم المرجوة من

---

(١) أنظر على سبيل المثال:

BSCS, **Biological Science: Molecules to Man,** (Boston: Mass., Houghton Mifflin Co., 1968).

(٢) National Society for the Study of Education, Forty Sixth Year-book, Part 1 – **Science Education in American School,** , (Chicago: The University of Chicago Press, 1947), p. 158.

حيث العمق والدقة، وتساعد - تبعا لذلك - على زيادة الانتفاع بها فى المواقف الجديدة[١].

٦ - التنويع فى المواد التعليمية:

من أهم ما يلفت النظر فى مناهج العلوم المعاصرة أنها لم تتألف فحسب من كتاب التلميذ، ذلك الكتاب الذى الفناه وحيدا بغير ما سند من دليل للمعلم، ولا مرشد للمعمل، ولا أفلام، ولا مقالات، ولا بحوث، ولا اختبارات. وإنما تألفت المناهج المعاصرة من مجموعات متكاملة من هذه المواد التعليمية. وفيما نلقى ضوءًا على المواد التعليمية التى تألف منها كل من منهجى BSCS, PSSC:

يتألف منهج PSSC من المواد التعليمية الست التالية[٢]:

١ - **كتاب التلميذ:** ويتألف من أقسام أربعة ومقدمة توضح العلاقة بينها، وقد أعد بطريقة تساعد التلميذ على الانتقال من دراسة الظواهر الملموسة إلى دراسة المفاهيم المجردة. والأسلوب المتبع فى عرض المادة العلمية التى يتضمنها الكتاب هو الأسلوب المستخدم عادة فى استقراء المفاهيم والتعميمات والقوانين العلمية، ذلك الأسلوب الذى يتطلب تقديم بعض الأمثلة التى تساعد المتعلم على استخلاص المفهوم أو التعميم أو القانون فى ضوء ادراكه للعنصر المشترك أو للعلاقة التى تربط بين كل منها. ويحتوى الكتاب على مجموعة من التمارين التى تستخدم داخل الفصل أو المعمل أو كليهما.

٢ - **دليل المعلم:** ويقع فى أجزاء أربعة تقابل الأجزاء الأربعة لكتاب التلميذ. والغرض الرئيسى منه تزويد المعلم بالنشاطات التعليمية اللازمة لتحقيق الأهداف المرجوة من المنهج، وهو يشتمل على:

---

(١) National Society for the Study of Education, Forty Fifth Year-Book, Part 1 - **Measurement of Uanderstanding,** (Chicago: The University of Chicago press, 1946), pp. 28-29 & 104-105.

(٢) **PSSC Newsletter,** 1968.

(أ) ملاحظات عن الكتاب المدرسى تبين الغرض من دراسة مجموعة معينة من المفاهيم أو التعميمات أو القوانين وأسباب تتابعها بشكل ما.

(ب) جدول زمنى مقترح لتدريس أقسام الكتاب وفصوله.

(جـ) ارشادات لكيفية استخدام مختلف المواد التعليمية الأخرى مثل مرشد المعمل، والأفلام، الخ.

٣ - **مرشد المعمل:** وبه توجيهات تعين المعلم على الاستخدام الأمثل للأدوات والأجهزة. كما يتضمن شرحًا لكل تجربة يوضح الغرض منها وأنسب وقت لإجرائها والضمانات الواجب اتخاذها لنجاحها.

٤ - **الأفلام:** وقد أعدت مجموعة كبيرة منها لخدمة أغراض مختلفة فبعض الأفلام تستخدم كمقدمة لإثارة اهتمامات التلاميذ بموضوعات الدروس. ويوضح بعضها الآخر كيفية إجراء عدد من التجارب حتى يمكن الاستعانة بها عند قيام التلاميذ بتجارب مشابهة. ويستخدم بعضها الثالث فى زيادة توضيح بعض المفاهيم التى قد يصعب على المعلم توضيحها لفظيًا. كما أن هناك أفلاما من نوع رابع تستهدف توضيح التجارب التى يتعذر اجراؤها فى ظل ظروف المدرسة العادية.

٥ - **الكتب الاضافية:** وهى موضوعة لخدمة أغراض مختلفة كذلك. إذ يوضح بعضها أثر الفيزيقا فى تقدم التكنولوجيا الحديثة، ويعالج بعضها الآخر جانبا من سيرة حياة عدد من المشاهير فى علم الفيزيقا من أمثال جاليليو ونيوتن، وتستخدم هذه الكتب كمراجع لموضوعات الدراسة أو لاشباع حاجات التلاميذ فى مجالات القراءة العلمية الحرة. وقد أعد منها ٤٥ كتابا حتى عام ١٩٦٥ واشترك فى عملية الإعداد صفوة من المتخصصين المشهود لهم بغزارة المادة ورشاقة العرض.

٦ - **الاختبارات:** تم اعداد مجموعتين كاملتين من اختبارات التحصيل تحتوى كل مجموعة منها على عشرة اختبارات تشمل جميع أقسام المنهج وفصوله. وهى جميعا من النوع الموضوعى، وهى تؤكد أهمية فهم المعلومات

والقدرة على تطبيقها وليس مجرد تذكرها فحسب.

وتتألف المواد التعليمية فى مشروع BSCS، فى كل منهج من مناهجه الثلاثة، من[١]:

١ - **كتاب التلميذ**: وهو يأخذ بالبناء التتابعى لجوانب التعلم. وتوجد به مقدمة لكل وحدة من وحداته الرئيسة، ويثرى الهامش بملاحظات تساعد فى شرح المصطلحات العلمية وتلفت النظر إلى تمارين المعمل التى تربطها بها علاقة. ويختتم كل فصل بتلخيص يجمع أفكاره الرئيسة وأحيانا ما يضعها فى صورة علاقات جديدة.

٢ - **دليل المعلم**: وهو يرشد المعلم لأهداف كتاب التلميذ ومحتواه وتنظيمه ومراكز الاهتمام فيه. ويقدم الدليل للمعلم مقترحات هامة تعينه على تدريس كل موضوع من موضوعات كتاب التلميذ ونشاطات إضافية يمكن للتلاميذ ممارستها داخل حجرة الدراسة أو فى معمل البيولوجيا أو فى البيئة الطبيعية.

٣ - **مذكرات العملى**: وهى كتيبات صغيرة ترشد التلاميذ إلى كيفية إجراء التجارب الواردة فى الكتب الخاصة بهم، كما تتضمن تجارب أخرى بديلة. والتجارب جميعها مصممة بطريقة تؤكد أهمية المعمل كمكان للقيام بالأبحاث التنقيبية بدلاً من مجرد القيام بتدريبات شكلية، وهذا من منطلق أن المناهج تعنى عناية كبيرة بتنمية قدرة المتعلم على البحث والتنقيب والإكتشاف.

٤ - **الأفلام**: وهى نوعان. أفلام فى التقنية البيولوجية، وهى سلسلة من الأفلام القصيرة يوضح كل منها بعض الصعوبات المتعلقة بأساليب التقنية التى يقوم بها التلاميذ فى معمل البيولوجيا سواء ما يتعلق منها بكيفية تحضير الشرائح أو عمل القطاعات أو تشريح الحيوانات. وأخرى ذات موضوع واحد، وهى أفلام يؤكد كلا منها مفهوما واحدًا مثل مفهوم الهضم أو التنفس أو

---

(١) BSCS Newsletter, **op. cit.**

المجتمع الحيوى أو النظام البيئى. وهى عادة أفلام صامتة يستغرق عرض كل منها مدة تتراوح بين ٤-٥ دقائق، ونظرًا لكونها صامتة فيصحب كل منها دليل للمعلم.

٥ - **مقالات:** وهى سلسلة من المقالات التى يعالج كل منها موضوعا واحدًا مثل هجرة الحيوان، أو سلوك الحيوان، أو التغذية فى الكائنات الحية، الخ. وهى بذلك تسمح لكل من المعلم والتلميذ بأن يشبعا رغبتهما فى القراءة الخارجية حول ما يدرسون من موضوعات بيولوجية.

٦ - **بحوث مبسطة:** وهى سلسلة من البحوث البيولوجية التى تتفق واهتمامات التلاميذ النابهين وتشبع حاجاتهم، والغرض الأساسى منها أن يستعين بها هؤلاء التلاميذ فى القيام ببحوث بيولوجية مبسطة فى غير الوقت المخصص للدراسة.

٧ - **اختبارات:** يصاحب كل منهج من مناهج BSCS أربعة اختبارات تحصيلية تستهدف تقويم قدرة التلاميذ على اكتساب المعرفة فى مستوياتها المختلفة من تذكر. وفهم، وتطبيق، الخ.

الاتجاه الخامس: تحديث المحتوى

لا شك فى أن أى تطوير لمنهج معين دون أن يشمل تحديث محتواه يصم هذا المنهج بقصور كبير، مرده ازدياد الهوة بين هذا المحتوى والنتائج الحديثة التى وصل إليها العلم فى التخصص المعين. ومن ثم عنيت المناهج المعاصرة - أكثر ما عنيت - بتحديث محتواها، ولعل من أبرز مظاهر هذا التحديث ما يلى:

١ - الأخذ بأحدث ما توصل إليه العلم:

ونسوق لذلك مثلا لمسناه فى مناهج المشروع العربى لتطوير تدريس البيولوجيا. فقد عنى منهج الصف الأول - بعد نقده للأسلوب العتيق الذى درج العلماء على استخدامه فى القديم فى تصنيفهم للكائنات الحية - ببيان

فكرة التصنيف الحديث ومضمونه وميزاته. فبالنسبة لنقد الأسلوب القديم فى التصنيف أبرز المنهج أنه قد بات واضحًا أنه لا يمكن فصل النبات عن الحيوان فى المستويات الدنيا من التصنيف. لذا كان من الخطأ تصنيف الكائنات الحية إلى مملكتين نباتية وحيوانية لأن هذا لا يأخذ بعين الإعتبار التطور التسلسلى للنبات المميِّز أو للحيوان المميِّز. كما أنه لا يوجد مكان للكائنات البدائية التى لا يمكن اعتبارها نباتا أو حيوانا، إذ أن التصنيف القديم كان يفترض أن الأنواع ثابتة لا تتغير.

أما الآن – وحسب نظرية التطور – فقد أصبح معلوما أن الأنواع تتغير مع مرور الزمن، فتنقرض أنواع وتنبثق أنواع من أنواع أخرى سابقة لها، كما تطرأ تغيرات على النواع الواحد. وبالنسبة لفكرة التصنيف الحديث فقد أشار المنهج إلى أنه يرتكز على افتراض كيفية تطور الأنواع من أنواع أخرى، كما أن التشابه فى التركيب لا يزال يشكل أساس التصنيف (كما كان فى التصنيف القديم) إلا أن النظام الحديث يفسر لنا التشابه بين الطرز على أساس إنحدارها أو تطورها من أصول سابقة مشتركة.

وبالنسبة لمضمون التصنيف الحديث، يشير إلى أنه تصنف الكائنات الحية إلى أربع مجموعات رئيسة وهى: البدائيات Metazoa والطلائعيات Protista و التوالى النباتية Metaphyta و والتوالى الحيوانية Monera ومن ميزات التصنيف الحديث أنه يوجد مكانا لكل كائن حى كما أنه يراعى التسلسل التطورى لمختلف الكائنات.

كذلك عنى منهج الصف الأول بمعالجة فكرة بيولوجية حديثة وهى الأصول البيولوجية للسلوك. وفى هذه المعالجة بدأ المنهج باعطاء فكرة توضح المقصود بالسلوك، ثم تناول بالشرح السلوك فى الكائنات التى لها جهاز عصبى وتلك التى تخلو منه. ثم عالج أنماط السلوك فى الحيوانات الراقية مثل: سلوك المحاولة والخطأ، وسلوك التعدى، وسلوك الهروب، وسلوك التخفى، وسلوك الهجرة، وسلوك التكاثر والمغازلة، وسلوك رعاية الصغار، والسلوك الجماعى.

ثم اختتم هذا الجزء بتفسير السلوك من وجهة نظر الإنسان[١].

وقد عنى منهج الصف الثانى بتحديث معالجة معظم المفاهيم التى تناولها. فبالنسبة لتناول مفهوم مثل التنفس الخلوى، فقد شرح المنهج بتفصيل مناسب مسلك كل من الكربون اللاهوائى فى السيتوبلازم لتحرير الطاقة واختزانها فى الـ ATP (عملية الجلايكولة Glycolysis) والكربون الهوائى فى المايتوكندريا (دورة كرب Kreb's Cycle)، كما أشار إلى مسلك الأيدروجين حيث يتم تكوين مركب الطاقة ATP والماء بسلسلة الكترونات، وخلال عملية نقل الالكترونات تتحرر الطاقة محولة ADP إلى ATP وعند استهلاك الجسم للطاقة فإنه يستعمل المركب الأخير فقط الغنى بالطاقة. ويختتم معالجته لمفهوم التنفس الخلوى ببيان أحدث تركيب للمايتوكندريا يظهره الميكرسكوب الالكترونى حيث تظهر عليه أدق التراكيب كالأعراف وانثناءات الغشاء الداخلى، وكذلك بيان أهمية المايتوكندريا كمعمل لتحرير الطاقة[٢].

كما عنى منهج الصف الثالث بمناقشة الآراء الحديثة التى تفسر آلية النشوء والارتقاء ممثلة فيما يعرف بـ«النظرية التركيبية» التى اشترك فى صياغتها عدد من العلماء خلال الثلاثين سنة الماضية مثل «رايت» Wright الأمريكى و «تشيتفريكوف» Chetvrikov الروسى و «هكسلى» Huxley الإنجليزى. وتقوم هذه النظرية على الأسس الأربعة التالية: الطفرة Mutation، و التركيب الجديد Recombination، والانتخاب الطبيعى Natural Selection، والانعزال Isolation[٣].

---

(١) انظر: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم: العلوم البيولوجية للمرحلة الثانوية - كتاب الطالب للصف الأول (العاشر)، الطبعة الأولى، عمان ١٩٧٤.

(٢) انظر: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، علم الأحياء «البيولوجيا» للمرحلة الثانوية، كتاب الطالب للصف الثانى (الحادى عشر)، مرجع سابق.

(٣) انظر: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، علم الأحياء «البيولوجيا» للمرحلة الثانوية، كتاب الطالب للصف الثالث (الثانى عشر)، الطبعة الأولى، عمان ١٩٧٧.

٢ - بيان الأساس العلمى للظواهر والعمليات:

عنيت المناهج الحديثة بشكل واضح ببيان الأساس العلمى لما تعالج من ظواهر وعمليات. فمثلا عنيت مناهج BSCS ببيان الأساس الكيميائى للظواهر والعمليات كلما كان ذلك ضروريًا لفهم هذه الظواهر والعمليات. فقد عنيت هذه المناهج ببيان الأساس الكيميائى للوراثة عن طريق توضيح أن الحمض النووى DNA هو مادة الوراثة. وكذلك توضيح فعل المورثة «الجين» الإنزيمى عن طريق شرح العلاقة بين الإنزيم والمورثة واظهار تحكم المورثات فى إنتاج الانزيمات والشفرة الوراثية. ويخلص من كل ذلك إلى أن أساس الوراثة هو كيميائى حيوى فى المحل الأول(١).

غير أنه يلاحظ على هذه المناهج أنها أفرطت فى التعقيدات الكيميائية، ذلك المزلق الذى يعتبرُ من أهم الطعون التى وجهت ولازالت توجه إليها وخاصة المنهج الأزرق منها وكذلك المنهج الأصفر. وفى هذا يذكر «أوزوبل» Ausubel أن مواد BSCS كانت متمشية مع محتوى البيولوجيا الحديثة، ولكنها - ويستثنى من ذلك المنهج الأخضر - غير ملائمة لغالبية تلاميذ الصف العاشر من حيث المستوى. كما أشار - فى دراسة تقويمية مفصلة لمناهج BSCS إلى أن كل من المنهجين الأزرق والأصفر قد «أجرم» فى حق سيكولوجيا التعلم. فالتلميذ يواجه - بلا مقدمات - بمادة لم يعهدها من قبل مثل البيولوجيا الجزيئية قبل أن يدرس موضوعات مألوفة مثل الإيكولوجيا والفسيولوجيا(٢).

ومما ينطوى تحت هذا الاتجاه أيضًا عناية المناهج المعاصرة بإبراز النظريات التى أدت إلى التوصل إلى نتائج معينة. فمثلا عنيت مناهج BSCS ومناهج المشروع الريادى لتطوير تدريس البيولوجيا فى الوطن العربى ببيان الأساس

---

(١) انظر على سبيل المثال:

BSCS, Biological Science: An Inquiry Into Life, (New York: Holt, Rinehart & Winston, 1966).

(٢) Ausubel, David, "An Evaluation of the BSCS Aproach to High School Biology" in: **The American Biology Teacher** 28: 176-186, 1966.

الذى قامت عليه قوانين مندل فى الوراثة وهو نظرية الاحتمالات. فقد أبرزت فى هذا الخصوص أنه باستعمال حساب علم الاحتمالات نستطيع الإجابة على الكثير من الأسئلة التى تطرح نفسها فى علم الوراثة، ونبهت فى هذا الصدد إلى أنه قبل الدخول فى تطبيق مبادئ الاحتمال على أمثلة من الوراثة يجب الانتباه إلى ملاحظة أن حاصل جمع احتمال حدوث الحالة واحتمال عدم حدوثها يساوى واحد(١).

٣ - الاهتمام بمعالجة المشكلات التى تواجه الإنسان فى حاضره ومستقبله:

ويظهر هذا الاتجاه بوضوح فى مناهج البيولوجيا بصفة عامة. فمثلا عنيت مناهج BSCS ومناهج المشروع الريادى لتطوير تدريس البيولوجيا فى الوطن العربى بمناقشة المشكلات البيولوجية المعاصرة كالمشكلة السكانية ومشكلة نقص الموارد الغذائية. كما عنيت كذلك بإبراز المشكلات التى قد تنجم عن السلوك الخاطئ للإنسان أثناء تفاعله مع بيئته الطبيعية. وقد عالجت فى هذا الصدد مشكلتان هامتان هما التلوث والاستنزاف. وفى معالجتها للتلوث أوضحت التأثير الخطر للتلوث بصوره وأشكاله على كل من المحيط المائى واليابس والجوى كما بلورت أثر التلوث فى الانتخاب. وفى معالجتها للاستنزاف أشارت إلى بعض مسبباته مثل الحرق والتخريب. ولم يفتها - والحال كذلك - أن توضح كيفية صيانة البيئة الطبيعية من أخطاء الإنسان حفاظا على الإنسان نفسه. وقد أشارت فى هذا الصدد إلى كيفية حماية كل من التربة والمياه والغابات والأحياء المائية والأحياء البرية(٢).

---

(١) المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، العلوم البيولوجية للمرحلة الثانوية، كتاب الطالب - الصف الثالث «الثانى عشر»، مرجع سابق، الفصل الثالث.

(٢) أنظر على سبيل المثال:

a) BSCS, **High School Biology –Green Version,** (Chicago: Illinois: Rand McNally Co., 1968) Section 6.

(ب) المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، العلوم البيولوجية للمرحلة الثانوية كتاب الطالب - الصف الأول «العاشر»، مرجع سابق، الفصل السابع.

٤ - إبراز جهود العلماء فى تفسير الظواهر وحل المشكلات:

لما كان من أهداف تدريس العلوم بصفة عامة مساعدة التلاميذ على تقدير جهود العلماء الذين أسهموا فى تقدم العلم وتطويره، نجد أن المناهج المعاصرة قد أولت هذا الهدف ما يستحق من عناية. فمثلا عنيت مناهج BSCS بابراز جهود العلماء فى محاولة تفسير نشأة الحياة ممثلة فى النظريات التى وضعوها فى هذا الصدد مثل نظرية الخلق الخاص، ونظرية التولد الذاتى، ونظرية الأصل الكونى للحياة، ونظرية الأصل الأرضى للحياة. كما عنيت بإبراز جهود العلماء فى التوصل إلى فك الشفرة الوراثية من أمثال واطسون Watson و كريك Crick و موند Mond و جاكوب Jacob[١].

كما عنيت مناهج PSSC و HPP بإبراز جهود علماء الفيزيقيا الأقدمين من أمثال أرشميدس وجاليليو ونيوتن والمحدثين من أمثال أينشتاين وماكس بلانك..

٥ - ربط الدراسة بالبيئة:

الملاحَظْ على بعض المناهج التى أعدتها المشروعات الحديثة، وخصوصا مناهج علم الأحياء، أنها عنيت بربط الدراسة ببيئة المتعلم. وقد تميز فى ذلك منهج PSSC والمنهج الخاص بالمشروع الريادى لتطوير تدريس العلوم البيولوجية فى الوطن العربى. ومن مظاهر تلك العناية أن كثيرا من الأمثلة الخاصة بالظواهر والقضايا البيولوجية فى كل من المنهجين مستمدة من البيئة الأمريكية فى الأول ومن البيئة العربية فى الثانى مع عدم إغفال البيئات الأخرى كلما اقتضت الضرورة ذلك.

ويعتبر هذا الاتجاه، ربط الدراسة بالبيئة، من الاتجاهات الهامة فى بناء

(١) BSCS, Biological Science: An Inquiry Life, op. cit., Unit 3.

المناهج اذ ينبغى أن يكون المنهج وثيق الصلة ببيئة التلاميذ يفسر لهم ما فيها من ظواهر ويساعدهم على حل ما بها من مشكلات. وفى سبيل ذلك ينبغى أن تنقل المدرسة التلاميذ إلى البيئة الطبيعية وسيلتها فى ذلك الزيارات والجولات والرحلات التعليمية والمعسكرات الدراسية ومشروعات خدمة البيئة. كما تنقل البيئة إلى التلاميذ فى أماكنهم عن طريق الاستعانة بالوسائل التعليمية المختلفة من عينات وأشياء ونماذج وأفلام ونشرات وكذلك عن طريق عقد ندوات يحضرها متخصصون من البيئة المحلية.

الاتجاه السادس: الاهتمام بتنمية مهارات البحث العلمى لدى التلاميذ

عنيت المحاولات التقليدية لتدريس العلوم بالمام التلاميذ بأكبر قدر ممكن من المعارف، مما ترتب عليه عدم وجود وقت كاف لتدريبهم على مهارات البحث العلمى، وذلك فضلاً عن أن تنمية هذه المهارات لم تكن أصلا هدفا مقصودا لذاته.

ولكن المشروعات الحديثة أدركت أن تدريس العلوم عن طريق حشو أذهان التلاميذ بالمعارف دون إتاحة الفرصة لهم للتوصل إليها بأنفسهم لا يعتبر تدريسا حقيقيا للعلوم. ولعل هذا - فى تقديرنا - ما حدا بكثير من مناهج العلوم المعاصرة إلى أن تتحاشى السقوط فى ذلك المزلق، فعمدت إلى الاهتمام بتدريب التلاميذ على البحث العلمى واكسابهم مهاراته وتنمية قدراتهم الابتكارية. ولكن رغم اتفاق المشروعات الحديثة على هذا الهدف الجوهرى إلا أنها تباينت فيما بينها من حيث أساليب تحقيقه.

فإذا أخذنا مثلا منهج PSSC نجد أن جوهره هو تقديم الفيزيقا لا على أنها مجرد حقائق مفروضة ولكن على أنها خطوات متصلة يحاول الإنسان بها فهم طبيعة عالمه. «فالتلميذ الدارس للفيزيقا هو - بوجه أو بآخر - فيزيقى، يفكر

ويجرب ويحاول ويبتكر فيشعر بالرضا والارتياح عند تحقيق غاياته ويشعر بالفشل عند اخفاقه فى احراز النجاح وبكل ذلك يتعلم الفيزيقا. والتعلم هنا ليس مجرد تحصيل للمعرفة، ولكنه اكتساب للمهارة وتدريب على التفكير والمام بركائز البحث العلمى»[١].

لذا فإن مواد PSSC لا تعمل على اثبات الأفكار الفيزيقية ولكنها فى المحل الأول تجعل التلميذ يتولى الإستقصاء بنفسه من خلال المعمل وصولا إلى جوانب التعلم الفيزيقية الأساسية.

وإذا إنتقلنا إلى الكيمياء نجد أن منهج CHEM يلح فى التأكيد على الدراسة العملية فى مختبر الكيمياء واتخاذها وسيلة لاكساب التلاميذ مهارات البحث العلمى المرجوة. فهو يؤكد أن تدريس الكيمياء يجب أن يتم، منذ الأسبوع الأول، فى المعمل وليس فى الفصل الدراسى. كما يرى تأجيل إعطاء التلاميذ الكتاب المدرسى إلى أن ينتهوا من دراسة بعض التجارب فى المعمل لإثارة إهتماماتهم نحو الدراسة المعملية واظهار أن دراسة علم الكيمياء تقوم أساسا على الملاحظة والتجربة. ويلاحظ أن ٧٥٪ من هذه التجارب ذات طابع كمى وليست تجارب وصفية.

وهكذا يتضح أن المنهج يؤكد - بالحاح - على أهمية الدراسة المعملية والجوانب الكمية فى كل جزء من أجزائه. وفى ذلك يقول «مريل» Merrill: إن التجارب التى وضعتها لجنة CHEM هى فى الواقع تجارب نوعية من جهة إجرائها كما أنها مفتوحة النهاية فيما يتعلق بالنتائج المرجوة وتفسيراتها. وتتضمن التعليمات المرفقة أسئلة تساعد فى توجيه تفكير التلاميذ نحو الوصول إلى هذه النتائج والتفسيرات بأنفسهم، ويستخدم المعمل فى هذا الشأن كمكان يقوم فيه التلاميذ بتسجيل ملاحظاتهم عن النظم الكيميائية. وتسير المناقشة فى الفصل والمعالجة فى الكتاب المدرسى لمفهوم كيميائى معين على أساس ما رآه التلاميذ ولا حظوه بأنفسهم فى دراستهم المعملية. ونظرا لأن كثيرا من جوانب التعلم الكيميائية الأساسية الواجب اكتسابها ذات

(١) Finley, Gilbert C., op. cit., p. 80.

طبيعة كمية، فإن كثيرا من التجارب التى يجريها التلاميذ تكون كمية أيضا[١].

وفى الحالات التى يتعذر فيها إجراء التجارب من قبل التلاميذ أنفسهم لأسباب معينة تتعلق بارتفاع تكاليفها أو بخطورتها أو بالوقت اللازم لاتمامها فإن البيانات الخاصة بها تقدم لهم عن طريق العروض العملية التى يقوم بها المعلم بنفسه أو عن طريق الأفلام[٢] التى يعرضها لهم أو عن طريق الكتاب المدرسى. ومن ثم فإنه تتاح الفرصة للمتعلم فى كل جزء من أجزاء المنهج – وكلما كان ذلك ممكنا – لأن ينقب عن الحقائق لا أن يتدرب على كيفية التحقق منها. أى أنه ينظر فى هذا المنهج للدراسة المعملية على أنها تنقيب لا تدريب. وأن واحدا من الأهداف الرئيسة التى رجا واضعو المنهج تحقيقها هو «جعل التلاميذ يحاكون العلماء فى تناولهم لقضايا علم الكيمياء»[٣].

وعن نظام التدريس فى منهج CHEM يقول «هيرد» Hurd: «يمكن وصف هذا النظام بصفة عامة على أنه محاولة لتدريب التلاميذ على البحث والاكتشاف، اذ على الرغم من وجود مناقشة قبل الدراسة المعملية لكل تجربة مزمع القيام بها فإن المناقشة تلمح فقط إلى كيفية إجرائها وأهم الاحتياطات الواجب مراعاتها لنجاحها ولكنها لا تبوح أبدًا بهذه الكيفية»[٤].

جدول رقم (١): الأفلام الخاصة بمشروعى CHEM, PSSC

مسلسل	اسم الفيلم	القسم	المصدر
١	البلورات ونمو البلورة.	٢ – ١٢	PSSC
٢	الغازات وكيف تتحد.	٣ – ٥	CHEM

(١) Merrill, Richard J.: **The Science Teacher** (NSTA): April 1963, p. 26.

(٢) انظر قائمة الأفلام الخاصة بهذا المشروع ومشروع PSSC.

(٣) Campbell, J. Arthur, **op. cit.**, p. 173.

(٤) Hurd, Paul De Hart, **New Directions in Teaching Secondary School Science**, (Chicago: Rand McNally, 1969), p. 173.

مسلسل	اسم الفيلم	القسم	المصدر
٣	الخلايا الكهروكيميائية.	٤ – ٥	CHEM
٤	قانون كولوم.	٥	PSSC ١٣ –
٥	الطاقة والشغل.	٥	PSSC ١٥ –
٦	كتلة الالكترون.	٦	PSSC ٨ –
٧	الشحنة الابتدائية ونقل الطاقة الحركية.	٦	PSSC ٩ –
٨	ذرة رذرفورد.	٦	PSSC ١٠ –
٩	النيوترون: قلب المادة.	٦	PSSC ١٣ –
١٠	الربط الكيميائى.	٧	CHEM ١٤ –
١١	ضغط الغاز والحجم الجزيئى.	٨	PSSC ١٤ –
١٢	سلوك الغازات.	٨	PSSC ١٥ –
١٣	المطيافية الجزيئية.	٨	CHEM ٢٢ –
١٤	البحث فى درجة الحرارة العالية.	٩	CHEM ١٠ –
١٥	تجربة فرانك – هرتز.	١٠	PSSC ١٢ –
١٦	طاقة التأين.	١٠	CHEM ١٩ –
١٧	بحث مشكلة: مركبات الغازات الخاملة.	١٠	CHEM ١٥ –
١٨	نظرية الكم – ذرة الايدروجين.	١٠	CHEM ١٠ –
١٩	الطوائف الكيميائية.	١٠	CHEM ١٦ –
٢٠	عناصر ما وراء اليورانيوم.	١٠	CHEM ١٦ –
٢١	البلورات وتركيبها.	١٢	CHEM ١٥ –
٢٢	أشكال الجزيئات.	١٣	CHEM ١٩ –
٢٣	الاتزان.	١٥	CHEM ١٦ –
٢٤	الحفز.	١٧	CHEM ١٩ –
٢٥	مقدمة لحركات التفاعل.	١٧	CHEM ١٩ –

أما مشروع CBA فيكسب التلاميذ بعض مهارات البحث العلمى من خلال ما يعرف بـ «النماذج» Models. وقد كان ذلك نصب أعين القائمين

عليه من البداية، حيث تبنوا الأهداف النوعية التالية[١]:

١ – تأكيد دور النموذج الكيميائى فى فهم بنية علم الكيمياء.

٢ – إثارة تفكير التلاميذ نحو البحث الذى يجعل منه تفكير منتجا. وسوف يتطلب ذلك معرفة كيف تستخدم البيانات التجريبية والأفكار التصويرية لمزيد من فهم النظم الكيميائية.

٣ – مساعدة التلاميذ على إثارة التساؤلات الناقدة، وتقديم الحجج والبراهين المناسبة، وتمحيص الأفكار واختبار صحتها. وهذا يتطلب العمل المعملى الذى يتيح الفرصة لربط الأفكار بالتجريب.

ويلاحظ من هذه الأهداف توجيه عناية خاصة، وبطريقة خاصة أيضًا، إلى البحث العلمى واتخاذه وسيلة لاستجلاء المعرفة أكثر مما تفعل مناهج الكيمياء التقليدية.

وتوضح العبارة التالية المأخوذة من الكتاب الذى وضعه «بنفى» O.T. Benfy عام ١٩٥٩ والمعنون «من القوة الحيوية إلى الصيغ التركيبية»[٢] الدور الهام الذى تلعبه النماذج فى هذا المشروع: «من المعروف أن للكيميائيين لعبهم. وتتكون لعب مشروع مدخل الرابطة الكيميائية من نماذج متنوعة، بعضها مادى وبعضها الآخر عقلى، تحاول تفسير الظواهر الملاحظة. ويؤكد المنهج الرئيس للمشروع على استخدام الأفكار لربط النواحى المختلفة للسلوك الكيميائى بعضها ببعض. وهو يعتبر أن تمحيص الأفكار وتطبيقها أكثر أهمية من مجرد تذكر أو استدعاء سلوكيات معينة ترتبط بها. ومن ثم فان منهج مدخل الرابطة الكيميائية يعتبر منهجا للتفكير أكثر من كونه للحفظ والاستظهار»[٣].

---

(١) **Ibid.**, pp. 182-183.

وللوقوف على كيفية تدريس الكيمياء باستخدام النماذج، انظر:

Sanderson, R.T., **Teaching Chemistry With Modles,** (N.J.: D. Van Nostrand, Princeton, 1962).

(٢) From Vital Force to Structural Formula, 1959.

(٣) Westmeyer, Paul, "The Chemical Bond Approach to Introductory Chemistry" In: **School Science and Mathematics,** May, 1961, pp. 317-318.

ومن ثم فإن منهج CBA يحاول مواجهة دارسيه - بشكل مباشر - بالأسئلة الخمسة الرئيسة التالية[١]:

١ - ما هى طبيعة النظام الكيميائى - كيف يمكننا ادراكه وتفسيره؟.
٢ - متى تحدث التفاعلات الكيميائية، وكيف تغير من مكونات النظام؟.
٣ - لماذا تكوِّن العناصر الكيميائية مركبات معينة ولا تكوِّن أخرى؟.
٤ - ما هى الظروف التى يكون التغير الكيميائى فى ظلها تاما؟.
٥ - لماذا تأخذ التفاعلات الكيميائية وقتا لتحدث؟.

ويحاول كتيب المعمل (بحث النظم الكيميائية) مساعدة التلاميذ على التصدى لمثل هذه الأسئلة. ومن ثم فهو يتضمن ثلاثة أنواع من الأبحاث: النوع الأول منها لتنمية الأساليب المعملية الفنية والبيانات التجريبية الأساسية، والنوع الثانى لإثراء الموضوعات الواردة فى كتاب التلميذ وتفسيرها، والنوع الثالث للقيام ببحوث حقيقية لمشكلات معينة. والتوجيهات اللازمة لاجراء التجارب تختزل وربما تفتقد ويتوقف ذلك على ما لدى التلميذ من خلفية من الخبرات المطلوبة[٢].

وإذا ألقينا نظرة عامة على النوع الأول من تلك الأبحاث فإننا نلاحظ - مع استثنائين فقط - تقليديته. ولكن النوعين الثانى والثالث منها فجد مختلفين.

ففى النوع الثانى تعطى المقترحات فقط لمساعدة التلاميذ على الحصول على مجرد نقطة البدء التى ينطلقون منها صوب حل المشكلة. وفى النوع الثالث تقدم المشكلة بغير توجيهات بالمرة، كما يصبح المحتوى مطرد الصعوبة متزايد التعقيد. ففى إحدى التجارب مثلا يطلب من التلميذ تحديد حرارة التكوين لكلوريد الأمونيوم (NH_4CL) الصلب. ويستطيع التلميذ ذلك بتجميع بيانات معينة مذكورة فى دليل خاص يصاحب كتيب المعمل مع بيانات أخرى يحصل

---

(١) Colletee, Alfred T., **op. cit.**, p. 122.

(٢) Hurd, Paul De Hart, **op. cit.**, p. 184.

عليها من دراسته المعملية. وفى تجربة أخرى يطلب من التلميذ تحديد القطبية النسبية لمركبات ثلاثية، وتحفظ الملاحظات التى يلاحظها التلميذ خلال دراسته فى معمل الكيمياء فى كراسة تتكون من ورق رسم بيانى تتخلله أوراق بيض وأخرى صُفر. وتدون الملاحظات الأصلية المستمدة من المعمل فى الأوراق البيض حيث تعمل نسخ كربونية منها على الأوراق الصُفر، وتنزع النسخ الصُفر وتسلم للمعلم لمراجعتها وتصحيحها بينما يحتفظ التلميذ بتسجيلاته الأصلية[١].

وإذا ما تركنا الكيمياء ويممنا شطر البيولوجيا لوجدنا ما سبق أن ذكرناه مؤكدا، فالإيمان بضرورة اكساب التلاميذ مهارات البحث العلمى يعتبر هدفا استراتيجيا وان اختلفت طريقة الوصول إليه.

فبالنسبة للمشروع الريادى لتطوير تدريس البيولوجيا فى الوطن العربى فإنه عنى بابراز علم البيولوجيا كأداة للبحث والإستقصاء ايمانا منه بأن «من أهم الأسس التى تقوم عليها الحقائق العلمية هو اخضاعها للتجربة المختبرية والمشاهدة العملية، إذ يجب أن تستند الحقيقة العلمية إلى تجربة عملية. والتجربة العملية تنمى لدى التلميذ الأسلوب العلمى الحقيقى فى التوصل إلى الأدلة والبراهين وتثبيت المفاهيم على أسس راسخة»[٢]. وإن كان يؤخذ على كل منهج من مناهج المشروع الثلاثة أنه جعل الجزء الخاص بالتجارب العملية والنشاطات المرافقة مستقلاً فى ذاته، وكان من الأفضل لو وردت هذه النشاطات كل متضمن مع الجزء الخاص به.

وبالنسبة لمشروع BSCS فقد أكدت مناهجه الثلاثة بصفة عامة، والأزرق والأصفر منها بصفة خاصة، على البحث البيولوجى كوسيلة للحصول على المعرفة. إذ بمجرد أن يتعود التلميذ العمل فى المعمل ويألف بمواده وتقنياته، فإنه يواجه بمشكلات تتحدى تفكيره، ومن ثم يتطلب حلها مزيدا من التبصر

---

(١) Westmeyer, Paul, op. cit., p. 319.

(٢) المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، العلوم البيولوجية للمرحلة الثانوية، كتاب الطالب للصف الأول «العاشر»، مرجع سابق.

وإعمال الفكر كما يتطلب منه تطبيق جوانب الطريقة العلمية لحل المشكلات وخطواتها بمهارة واقتدار[١].

وقد استخدمت المناهج المشار إليها طرقا أو أساليب أربعة رئيسة لتفهيم التلاميذ معنى البحث البيولوجى. وتعريفهم خصائصه واكسابهم مهاراته، وهى:

١ - سرد الأبحاث Narrative of Enquiry:

ويقصد بهذا الأسلوب عرض المسائل أو القضايا البيولوجية بطريقة توضح كيف تمت معالجتها وحسمها من قبل العلماء فى الماضى أو الحاضر. ويمكننا توضيح ذلك من خلال المثال التالى المستمد من المنهج الأصفر[٢].

شُغلت أذهان العلماء فى وقت ما بالكشف عن الطريقة التى ينتقل بها البلازموديوم المسبب للملاريا من المريض إلى السليم. وكان هذا البلازموديوم قد إكتشفت حوالى عام ١٨٨٠، وكانت المعلومات المعروفة عن المناطق الموبوءة بالملاريا أنها:

١ - تكثر فيها المستنقعات.
٢ - تكثر فيها الحشرات وخاصة البعوض.
٣ - كانت أمام العلماء عدة احتمالات عن انتقال المرض من المريض إلى السليم منها:

(ا) أن يكون شرب ماء المستنقعات الآسن هو السبب فى الإصابة بالمرض.
(ب) أن يكون استنشاق الهواء الفاسد المجاور للمستنقعات هو السبب.
(جـ) أن للبعوض دورًا فى الإصابة بالمرض.

---

(١) Crossland, Richard W., **op. cit.**, pp. 370-373.

(٢) BSCS, Biological Science. An Inquiry Into Life, **op. cit.**, pp. 10-21.

وقد رجَّح العلماء الفرض الأخير، وذلك لملاحظات كثيرة منها:

١ – أن شرب الماء الآسن وحده لم يسبب الإصابة بالمرض.

٢ – أن الأشخاص الذين ينامون داخل المنازل أقل عرضة للإصابة بالمرض من الذين ينامون في العراء.

٣ – أن الأشخاص الذين ينامون داخل كلات (ناموسيات) أقل عرضة للإصابة بالمرض من غيرهم.

٤ – بالنسبة لمن ينامون في العراء، فإن الذين ينامون منهم بالقرب من نيران مدخنة يكونون أقل عرضة للإصابة بالمرض من أولئك الذين ينامون بعيدا عنها.

ولهذا أيد الطبيب «كنج» King عام ١٨٨٣ الفرض القائل بأن للبعوض دور في انتشار الملاريا. غير أن هذا الفرض لم تكن له قيمة علمية راسخة قبل أن تدعمه التجارب. ولتحقيق ذلك توصل – بالاستدلال الاستنتاجي منه – إلى عدة فروض محددة يمكن اختبارها بالتجريب. ومن أمثلة هذه الفروض:

١ – يمكن العثور على البلازموديوم داخل أجسام البعوض.

٢ – يدخل البلازموديوم جسم البعوضة إذا ما لدغت مصابًا بالملاريا.

٣ –إذا لدغت بعوضة حاملة للبلازموريوم شخصًا سليما فإنه يصاب بالمرض.

وقد قام الطبيب الانجليزي «رونالد روس» Ronald Ross، الذي كان يعمل بالهند، بإجراء تجارب لاختبار صحة هذه الاستدلالات في عام ١٨٩٧. فسمح لبعوض من نوع الأنوفيلس بأن يلدغ مريضا بالملاريا. وقتل بعضا من هذه البعوض بعد عدة أيام وفحصه تحت المجهر، فعثر على طفيليات البلازموديوم تتكاثر في معدات أفراده مما يؤيد الفرضين المحددين الأول والثاني، وهما يشيران إلى أن بلازموديوم الملاريا يعيش ويتكاثر في معدة البعوضة.

أما تجاربه لاختبار صحة الفرض الثالث فكانت تتطلب لدغ بعوض حامل للبلازموديوم لشخص سليم. ولما كان في ذلك خطورة على حياة الانسان، فقد

أجرى تجربة أولا على عصفور مصاب بنوع من الملاريا.

وكان روس يعلم أن بلازموديوم الملاريا الذى يصيب هذا الطائر يمكنه أن ينمو داخل بعوضة أخرى تسمى كيولكس. ولهذا سمح عام ١٨٩٨ لبعوض من هذا النوع أن يلدغ أحد هذه الطيور المصابة بالملاريا. وبعد عدة أيام سمح روس للبعوض الحامل للبلازموديوم أن يلدغ بعض الطيور السليمة، وعندما فحص روس دم هذه الطيور بعد عشرة أيام وجد أنها تحوى البلازموديوم بكثرة.

وكانت التجارب التالية على الإنسان. وتم هذا عام ١٨٩٨ عندما قام «باتيستا جراسى» Battista Grassi العالم الإيطالى بالسماح لبعض الأنوفيلس أن يلدغ مصابا بالملاريا، وبعد تركه عدة أيام سمح للبعوض الحامل للبلازموديوم أن يلدغ شخصًا سليمًا، فأصيب بالمرض.

وبهذا تأيدت صحة الفرض الثالث، الذى دعَّم بدوره مركز الفرض الأصلى، وهو أن البعوض هو الناقل لبلازموديوم الملاريا من المريض إلى السليم، نتيجة تأييد التجربة للاستدلالات الاستنتاجية المختلفة التى أمكن التوصل إليها بالتفكير المنطقى من هذا الفرض. ومن ثم أمكن مكافحة الملاريا عن طريق القضاء على البعوض الناقل للبلازموديوم.

ومن خلال هذا المثال، الذى يسرد بحثا معينا يبحث فى الطريقة التى ينتقل بها البلازموديوم المسبب للملاريا من المريض إلى السليم، يتبين المتعلم إحدى الوظائف الهامة للتجريب فى علم البيولوجيا، وهى اختبار صحة فرضٍ اقترح لحل مشكلة معينة أو عدم صحته، وكذلك صحة أحد الاستدلالات الاستنتاجية المترتبة عليه أو عدم صحتها.

كذلك يمكن للمتعلم، من خلاله، أن يقف على خاصية أخرى من خصائص البحث العلمى، وهى أنه يتم تحت ظروف مضبوطة ومقننة. فرونالد روس فى تجاربه لاختبار صحة الفرض أو الاستدلال الأول جعل بعوضا من نوع معين وهو الأنوفيلس يلدغ مصابا بمرض معين هو الملاريا ثم ترك هذا البعوض

لوقت معين، قام بعده بتشريح عدد منه هو بالذات، واستخدم جهازًا علميًّا هو المجهر لفحص البعوض الذى قام بتشريحه. كذلك بالنسبة للفرض أو الاستدلال الثالث، جعل بعوضا من نوع آخر هو الكيولكس يلدغ طائرا معينا هو أبو فصادة مصابا بمرض معين هو الملاريا، ثم تركه زمنا معينا. وبعدئذ سمح لهذا البعوض بالذات بأن يلدغ طائرا من النوع نفسه.

وبتوالى الأبحاث «المسرودة» يتعمق فهم التلاميذ لوظائف البحث العلمى، ويزداد ادراكهم لخصائصه.

٢ - تمارين المعمل Laboratory Exercises :

يقدم دليل المعمل الذى وضعته BSCS تمارين عديدة بعضها توضيحى Illustrative وبعضها الآخر استقصائى Investigative ويلاحظ أنه حتى بالنسبة للتمارين التوضيحية فإنها بمثابة سلسلة من الأسئلة التى تتطلب إجابة أو من المشكلات التى تريد حلا، أكثر من كونها مجرد توضيحات.

ويمكننا إستجلاء هذا بالرجوع إلى بعض التمارين الخاصة بدراسة الخلايا[١]:

- تبدأ التمارين ببيان عمل «هوك» الخاص بفحص الخلايا الفلينية، وتطلب من التلميذ محاولة الاجابة على أسئلة مثل: هل لكل الخلايا الفلينية نفس الشكل؟ ما هو الشكل الفعلى لهذا النوع من الخلايا؟ ما هى التراكيب التى يمكنك ملاحظتها داخل الخلية الفلينية؟ هل توجد فراغات بينية بين هذه الخلايا؟.

- فحص خلايا البشرة للبصلة ومقارنتها بالخلايا الفلينية: ما هو الشكل العام لهذه الخلايا؟ هل توجد لها جدر خلوية؟ ما الدليل على أن هذه الخلايا حية؟ ما هى أوجه الشبه والاختلاف بين خلايا بشرة البصلة والخلايا الفلينية؟.

(١) Crossland, Richard W., op. cit., pp. 370-373.

- اكتشاف الصبغة الخضراء فى خلايا نبات الإلوديا: ما شكل البلاستيدة الخضراء الواحدة؟ هل يمكنك ملاحظة حركة البلاستيدات الخضر؟.

- تحديد أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية: هل يوجد الغشاء السيتوبلازمى فى جميع أنواع الخلايا الحية أم يقتصر وجوده على نوع معين؟ هل يوجد السيتوبلازم والكندريوسومات فى الخلايا النباتية والحيوانية على حد سواء؟ ما هى وظيفة الكندريوسومات؟ ما الفرق بين الفجوات العصارية التى توجد فى الخلايا النباتية ومثيلاتها التى توجد فى الخلايا الحيوانية؟ هل توجد بالخلايا الحيوانية كلوروبلاستيدات؟ هل توجد نواة لكل أنواع الخلايا؟.

وبعد فحص العديد من الخلايا النباتية والحيوانية، يقوم التلاميذ بتمرين يلخصون فيه مشاهداتهم على النحو التالى:

١ - رتب التراكيب التى تراها فى كل من الخلايا النباتية والحيوانية.

٢ - رتب التراكيب التى تراها فقط فى: (أ) الخلايا النباتية (ب) الخلايا الحيوانية.

٣ - ارسم - من واقع العينات - شكلا تخطيطيا لكل من: (أ) الخلية النباتية (ب) الخلية الحيوانية.

٤ - بيِّن - فى جدول - أهم أوجه التماثل والتباين بين الخليتين النباتية والحيوانية.

٥ - بيِّن كيف يمكنك التوصل من خلال مشاهداتك إلى إستقراء التعميم التالى: تتركب أجسام جميع الكائنات الحية من وحدات بنائية تعرف بالخلايا.

٣ - قوالب المعمل The Laboratory Blocks:

الطريق الثالث لتدريس البيولوجيا كأداة للبحث والاستقصاء فى مناهج BSCS هو استخدام ما يعرف بـ«قوالب المعمل» التى يصمم كل منها بحيث يستغرق التلاميذ فى بحثه ستة أسابيع فى المتوسط. وتشرك القوالب التلاميذ

فى بحث مشكلات بيولوجية متنوعة تتدرج فى العمق وتتزايد فى التعقيد. ويبدأ قالب المعمل عادة بمواد مألوفة ومشكلات ميسورة الحل، وكلما تعقدت المشكلات وتعمقت فإنها تصبح أقرب إلى كشف المعرفة.

ونذكر فيما يلى قوالب ثمانية من أحد عشر قالبا تم إعدادها وهى: سلوك الحيوان، نمو الحيوان، الميكروبات: نموها ووظائفها، الارتباط بين التركيب والوظيفة، إيكولوجيا الأحياء التى تعيش على اليابسة، الحياة فى التربة، نمو النبات، التنظيم فى النبات بواسطة الهرمونات[١].

وبعد أن يقوم التلاميذ بتجاربهم المعملية، فإنهم يرجعون إلى النسخة الأصلية الخاصة بالعالم مؤلف القالب والذى سبق له بحث نفس المشكلة، وهنا يطلب المعلم منهم تقويم نتائجهم فى ضوء هذا البحث الموسع من قبل العالم.

وهذه «القوالب» بالشكل الذى قدمناه، وإن كانت تضع التلاميذ فى مواجهة حقيقية مع مشكلات يتولون هم بأنفسهم حلها، إلا أننا نرى أنها تتطلب «عينات» معينة من الدراسين. فليس كل تلميذ بمستطيع القيام بمثل هذا العمل الذى يتطلب قدرات ومهارات خاصة. ومن هنا نوصى - إذا ما أخذنا بمثل هذه القوالب - أن تكون من التنوع والتفاوت بحيث تفى بما بين التلاميذ من فروق فردية، وبحيث يجد كل تلميذ فيها ما يناسب قدراته واستعداداته.

٤ - «دعوات» للاستقصاء Invitations to Enquiry:

وهى بمثابة مواقف تعليمية مصممة بحيث تتيح للتلاميذ فرصة الاشتراك فى مناقشات يصلون من خلالها إلى الوقوف على جانب أو أكثر من جوانب الإستقصاء العلمى. كما رتبت هذه المواقف بتتابع يجعل من الممكن أن تبنى المناقشات على أساس الاجابات التى سبق للتلاميذ التوصل إليها فى المواقف السابقة. ومن ذلك يتعلم التلميذ أن البحث عملية مستمرة وأنه يتأثر بمجموعة

---

(١) Ibid.

من العوامل المختلفة. وحتى تكون المواقف ذات طابع علمى وواقعى، فقد جاء كل موقف متضمنا فكرة بيولوجية تجعل التلميذ يشعر بعلاقة عملية البحث والاستقصاء باحدى المشكلات البيولوجية[١].

ويمكن أن تكون «الدعوة» فى صورة مشكلة تم تحديدها وإعدادها بقصد تدريب التلاميذ على بعض مهارات البحث العلمى. وقد تكون هذه المشكلة تجربة أجراها أحد العلماء أو بيانات استخصلت من مجلات علمية أو غير ذلك، ثم تطرح المشكلة على التلاميذ فى صورة تساؤلات تتدرج فى صعوبتها ويمكن أن تنبع هذه التساؤلات من التلاميذ أنفسهم.

وفيما يلى نقدم مثالين من «دعوة» للاستقصاء التى أعدها مشروع BSCS خصيصا لمساعدة التلاميذ على فهم علم البيولوجيا كأداة للبحث والاستقصاء، نقدمها لنبين كيف يمكن أن تتدرج الصعوبة فى المشكلات، علما بأنها يمثلان الدعوتين (١) و (٢) وهما أكثر الدعوات سهولة(٢).

دعوة رقم (١):

الموضوع: نواة الخلية.
العملية: تفسير البيانات البسيطة.

(ملاحظة: هذه الحالة المبسطة جدا قصد منها التقديم لفكرة «دعوة» للإستقصاء. ويمكن تقديم الدعوة رقم(٢) بعد مناقشة هذه الحالة مباشرة ، كمايمكن إكمال مناقشة الحالتين فى درس واحد).

إلى التلميذ:

لعلك تعرف أن النباتات والحيوانات تتكون من وحدات حية صغيرا جدا تسمى الخلايا. ولعلك تعلم أيضا أن معظم الخلايا تحتوى على جسم صغير

---

(١) Biological Science Curriculum Study, **Biology Teachers Handbook,** (New York: John Wiley and Sons Inc., 1970), pp: 136-440.

(٢) **Ibid.**

يسمى النواة. وقد أراد أحد علماء البيولوجيا أن يعرف ما إذا كانت النواة ضرورية للحياة أم أن الخلايا يمكنها العيش بدونها. وقد وجد طريقة يستطيع بها أن يقسم الخلية إلى جزئين أحدهما توجد به نواة الخلية والثانى خلو منها، وقد أجرى تجربته على عدد من الخلايا المختلفة.

لنفترض أن نتيجة هذه التجربة أوضحت أن كل أجزاء الخلايا التى لم تحتوى على نواة ماتت، وأن جميع الأجزاء التى اشتملت على نواة استعادت سيرتها الأولى وأصبحت مثل الخلايا الأصلية تماما. ما تفسيرك لهذه التجربة ونتائجها ؟.

(من الواضح أن معظم التلاميذ سيصلون إلى نتيجة مفادها أن النواة ضرورية لاستمرار الحياة الطبيعية للخلية. ولكن حتى فى هذه «الدعوة» المثالية، التى فيها البيانات كلها مفترضة، فإن هناك شكوكا كثيرة يمكن أن تثار. فيمكن الشك مثلا فى أن النواة فعلا هى التى جعلت بعض أجزاء الخلايا تستمر فى الحياة، وأن عدم وجودها هو الذى أدى إلى موت الأجزاء الأخرى، وربما يمكن قصر النتائج على الخلايا التى لها أنوية عادة).

ومثل هذه الشكوك تكمن فى كثير من العبارات العامة التى نجدها فى الكتب المدرسية والتى ينظر إليها على أنها «حقائق» علمية. وعلى كل فإن الشك يمكن أن يقوم حول أية عبارة لها صفة التعميم. ولكن ليس من وظيفة العلم أن يكون حريصا إلى مالا نهاية حول «صحة» كل شىء، فالحرص الزائد يمكن إعتباره عائقا يحول دون نمو المعرفة المستقلة مثله مثل الإعتماد على التعميم الجارف. إن المعرفة العلمية تزداد ويصبح من الممكن الإعتماد عليها عندما نصل إلى نتائج، ونفسر بيانات، ونواجه مشكلات جديدة معتمدين على تفسيراتنا السابقة فى اقتراح تجارب جديدة والحصول على بيانات جديدة، ومنها نصل إلى تفسيرات جديدة نواجه بها مشكلات أخرى،... وهكذا. إن دعمنا للعلم ليس فى الحرص الزائد عن الحد أو فى عدم التأكد اللانهائى، ولكنه يكمن فى الاستقصاء المستمر، الاستقصاء الذى يوضح

النتائج السابقة ويجعلها أكثر دقة وعمقا. وربما لهذا يسمى العمل العلمى «بحثا» Research.

دعوة رقم (٢):

الموضوع: نواة الخلية.
العملية: تفسير البيانات المتغيرة.

إلى التلميذ:

١ – دعنا نتذكر الاستقصاء الأول عن نواة الخلية. لقد أخبرنا بأن أقسام الخلايا التى لم تكن بها نواة ماتت جميعا على الفور كما أخبرنا بأن الأقسام التى اشتملت على النواة استمرت فى الحياة وعادت إلى حالتها الطبيعية.

والآن، فإن مثل هذه الحالات لا تحدث بنفس الدرجة من الوضوح فى خبرة عالم البيولوجيا. ولكن النتائج غالبا ما تظهر على نحو مثل ما يلى:

الأقســـــام	العدد
الخلايا التى ليس لها نواة	١٠٠
الخلايا التى ليس بها نواة وعاشت يوما واحدا	٨١
الخلايا التى ليس بها نواة وعاشت يومين	٦٢
الخلايا التى ليس بها نواة وعاشت ثلاثة أيام	٢٠
الخلايا التى ليس بها نواة وعاشت أربعة أيام	٠
الخلايا التى بها نواة	١٠٠
الخلايا التى بها نواة وعاشت يوما واحدا	٧٩
الخلايا التى بها نواة وعاشت يومين	٧٨
الخلايا التى بها نواة وعاشت ثلاثة أيام	٧٧
الخلايا التى بها نواة وعاشت أربعة أيام	٧٤
الخلايا التى بها نواة وعاشت عشرة أيام	٦٧
الخلايا التى بها نواة وعاشت ثلاثين يوما	٦٥

إذا كان لك أن تعطى تفسيرا إيجابيا لهذه البيانات عن أهمية النواة فماذا تقول؟

- ماذا فى هذه البيانات يجعلك تشعر بعدم الرضا عن التفسير الذى أعطيته؟.

(الغرض من السؤالين السابقين عند هذه النقطة هو التأكد من أن التلاميذ قد فحصوا البيانات بدقة لضمان الاستمرار فى دراسة الحالة. وإجابتهم يمكن أن توجه مسار المناقشة بعد ذلك).

إلى التلميذ:

٢ – دعنا نفترض أن العالم الذى أجرى هذا العمل وضع تفسيره كالآتى: «إننا نعتبر أن تجربتنا كافية وقد انتهت فى اليوم الثلاثين. والبيانات التى لدينا تشير إلى أن النواة عادة ضرورية لاستمرار حياة الخلية».

والآن – كما ترى – فإن النتائج التى توصل إليها العالم تذهب إلى ما هو أبعد من البيانات data، وهى الحقائق المسجلة التى نحاول أن نستخلص منها إجابة لسؤال أو حلا لمشكلة. ذلك لأننا نرى ليس فقط أن بعض الأقسام التى ليست بها نواة قد عاشت لمدة ثلاثة أيام، ولكن هناك أقساما من الخلايا التى بها نواة مات بعضها بعد يوم، وأكثر منها مات بعد يومين، وأكثر منها بعد ثلاثة أيام، وهكذا. ومن المحتمل جدا أن التجربة لو استمرت لمدة ستين يوما أو أكثر فإن أقساما أكثر من التى بها أنوية قد تموت.

كيف إذن تدافع عن النتيجة التى توصل إليها العالم بناء على ما لديه من بيانات؟ إن إحدى الإجابات العامة المتوقعة هى أن تجربة واحدة نادرا ما تستطيع إثبات عبارة علمية لا يتطرق إليها الشك. هناك دائما بعض الشك، والتجارب المتتابعة تحاول أن تزيل شكًا وراء شك.

وإجمالاً، فإن القول بأن العالم يستطيع أن يصل إلى نتائج يمكن التعميم فيها من مثل هذه البيانات أمر لا يخلو من المبالغة والتضليل. لأنه لو وصل

الأمر إلى حد قبول التعميم فإن ذلك يضع حدا للتجريب فى هذا الموضوع. ولكن الواقع إنها بداية أو استمرار. ولعله يكون من الأفضل أن نقول أن العالم يفسر ما لديه من بيانات. وهو يتوقع أن يحاول علماء أخرون التثبت مما يتوصل إليه، وأن يعدلوا ويزيدوا التفسيرات إيضاحا لأن العلم نشاط اجتماعى تعاونى.

ولنعد مرة ثانية إلى البيانات الجديدة عن أقسام الخلايا التى عاشت من النوعين. فقد كان هناك عالم آخر أكثر حرصا من العالم الذى أجرى التجربة، اعتبر أن التفسير الذى قدمه عالم هذه التجربة لا يمكن قبوله حتى يقدم تفسيرا واحدًا على الأقل يوضح سبب موت العديد من الأقسام الخلوية التى اشتملت على نواة.

ولتكن إلى جانب عالمنا فى هذه التجربة. إعطه مثل هذا التفسير.

تلميح (١): تذكر كيف تم الحصول على الأقسام الخلوية ذات النواة.

تلميح (٢): فكر فيما يمكن أن يحدث لو أنك حاولت تربية مائة فروج صغير حتى النضج.

(والمعلم قد يرى – إذا أراد ذلك – مساعدة التلاميذ فى معرفة أن التجربة نفسها قد أحدثت عطبا مميتا لبعض الأقسام الخلوية ذوات الأنوية، وأن نسبة من أفراد أى مجموعة من الكائنات الحية قد تموت خلال فترة معينة من الزمن نتيجة لأسباب عديدة. وعلى كل حال، فإنه من المهم التأكيد على أن البيانات فى هذه التجربة ليست سليمة تماما لأسباب كثيرة لم تكن موضع ضبط فيها. ذلك لأنه غالبًا ما يكون التنوع من صفات النتائج إذا ما قورن بالوحدة التى تتضمنها التفسيرات. وهناك حالات أخر تتناول موضوع «الخطأ التجريبى» كمصدر آخر من مصادر التنوع.

وواضح أنه يمكن تصميم تجربة أفضل. فإذا أحسست بأن تلاميذك يعتبرون هذه حالة سهلة، فيمكنك أن تدعوهم لتحسينها. وهنا تظهر مشكلة اختيار عينة كافية وعمل تجربة مقارنة، إلخ).

إلى التلميذ:

٣ – هناك خلايا لا تحوى أنوية عادية، ومع ذلك فإنها تعيش لفترة طويلة. وافرض للحظة أن عالمنا فى هذه التجربة على حق فى أن بالخلايا ذوات الأنوية يوجد شىء ما بالنواة لا غنى عنه لاستمرار الحياة: فكيف تفسر إذن الحياة الطبيعية الطويلة التى تعيشها الخلايا التى ليست لها أنوية؟.

(الاحتمال المتطرف جدا هو أن الخلايا التى بدون أنوية لها تنظيم مختلف تماما يجعلها لا تحتاج إلى ذلك التنظيم الذى ينتج عن وجود نواة بالخلية. والاحتمال الأكثر تحفظًا أن ذلك «الشىء» الذى يوجد فى نواة الخلية ذات النواة لا يوجد داخل إطار محدد بنواة فى الخلايا التى ليست لها أنوية).

إلى التلميذ:

٤ – تعتبر كريات الدم الحمر فى جسم الانسان مثالا للخلايا التى ليست لها أنوية. فالنواة تتحلل أثناء نمو الخلية، حتى «الشىء» الموجود فى النواة يتحلل أيضا. فى ضوء هذه المعلومات ماذا تتوقع أن يكون طول عمر مثل هذه الخلايا؟

(إن لها فترة حياة قصيرة تتراوح فى المتوسط ما بين ثلاثة إلى أربعة أشهر).

وهكذا تتدرج «الدعوات» من البسيط إلى الأكثر تعقيدًا، ومن عملية إلى أخرى حتى يصل التلميذ إلى فهم للعلم كأداة للبحث والإستقصاء وإلى إكتساب بعض مهاراته. فهى تضعه موضع الناقد الفاحص المدقق المتشكك المتريث، وكلها من سمات الباحث العلمى.

الاتجاه السابع: الاهتمام بمراعاة الفروق الفردية بين التلاميذ

لمواجهة الفروق الفردية بين التلاميذ، أعد الكثير من مشروعات العلوم الحديثة مواد تعليمية تناسب الفئات المختلفة من التلاميذ. ومن أظهر المشروعات فى هذا المجال مشروع BSCS الذى أعد مقررا خاصا للتلاميذ النابهين الذين يرجى منهم أن يكونوا نواة علماء الغد وباحثيه فى ميدان علم البيولوجيا، وهذا المقرر هو المقرر الثانى للمشروع والمعروف باسم «تفاعل التجارب والأفكار» (١)، وفى المقابل أعد المشروع مقررا آخر هو «العلوم البيولوجية: الأنماط والعمليات». وهو مخصص للتلاميذ ذوى الخلفيات الضحلة والقدرات المحدودة. ويعنى هذا المقرر بالدراسة المعملية فى المجال الأول حيث تتاح للتلميذ فرصة استخدام حواسه المختلفة فى عملية التعلم. ويشتمل الكتاب على الموضوعات الخمسة الرئيسة التالية: العلاقات البيئية، عمليات طاقة الخلية، التكاثر، الاستمرارية الوراثية، التطور العضوى (٢).

الاتجاه الثامن: العناية القصوى بمنفذى المناهج

من الملاحظ أنه مهما بذل من جهد فى إعداد المقررات الدراسية واعداد المواد التعليمية المصاحبة لها على أحدث مستوى، فإن المعلم مازال هو العنصر الرئيس الذى فى امكانه أن يحقق الفائدة المرجوة من كل هذا الجهد. لذا فإن من أهم الاتجاهات التى تتميز بها مشروعات العلوم الحديثة الاهتمام البالغ بتدريب المعلمين الذين سيقومون بتدريس منهج معين وتعريفهم فلسفته وكيفية

---

(١) BSCS, The Interaction of Experiments and Ideas, (New York: Holt, Rinehart and winston, 1966).

(٢) BSCS, Biological Science: Patterns and Processes (New York: Holt, Rinehart and Winston, 1966).

العمل على تحقيقها. ويمكننا تلخيص أهم السبل التى اتبعتها تلك المشروعات فى هذا الخصوص فيما يلى:

(أ) إعداد برامج تدريب خلال العطلات الصيفية.

(ب) الاشتراك فى ندوات ودورات ومؤتمرات خلال العام الدراسى.

(جـ) زيارة بعض الأفراد المشتركين فى إعداد المناهج للمدارس واجتماعهم بالمعلمين وتوجيههم بما يحقق الأغراض المرجوة من المنهج.

(د) إعداد مجموعة من الأفلام التعليمية للمعلمين لتوضيح الطرق التى ينبغى اتباعها عند تدريس بعض أجزاء المنهج.

(هـ) إعداد نشرات دورية للمعلمين للوقوف على أحدث المعلومات المتعلقة بالمنهج الجديد وطرق تدريسه.

الإتجاه التاسع: اتباع أسلوب متميز فى الإخراج

لاخلاف على أن حسن تنسيق كتاب، أى كتاب، ودقة تبويبه وإحكام تتابعه ووضوح طباعته وجمال إخراجه كلها أمور تجتب القارئ فيه وتشده إليه.

وفى هذا المجال تميزت المناهج الحديثة باتباع أسلوب متميز فى الإخراج يستهدف اظهار المنهج فى أبدع صورة. ففى مناهج BSCS والمشروع الريادى لتطوير تدريس البيولوجيا فى الوطن العربى كان لكل منهج محررا أو أكثر يشرف على التنسيق بين فصول الكتاب المختلفة كما يتحمل مسئولية إخراجه فى ثوب جميل. وقد أخرجت الكتب بالفعل فى صورة جديرة بأن تحتذى. كما تميزت الكتابة فى كل منها بتعدد الألوان، الون للافكار العادية وآخر للافكار الهامة المراد ابرازها. كذلك فقد تميزت الكتب بكتابة جوانب التعلم المستخلصة من كل فكرة على الهامش مما يساعد التلميذ على الوقوف على الخلاصة من وراء معالجة كل فكرة يتضمنها الكتاب. كما يذيل كل فصل بمجموعة من الأسئلة لتقويم أهم جوانب التعلم التى يتضمنها.

ملخص الفصل الخامس

استهدف هذا الفصل تحقيق هدفين فى آن: الأول بيان العيوب التى تؤخذ على مناهج العلوم التقليدية، والثانى تحديد أهم الاتجاهات المعاصرة فى مناهج العلوم فى المرحلة الثانوية فى ضوء المشروعات العالمية الحديثة.

وبالنسبة **للهدف الأول**، فإن من أهم أوجه النقد التى عادة ما توجه لتلك المناهج ما يلى:

١ – عدم مسايرة محتوى الكتب العلمية للتطورات الحديثة فى المادة العلمية.

٢ – الحفظ الآلى للمعلومات.

٣ – تعلم المعلومات فى صورة مجزأة.

٤ – تزويد التلاميذ بالمعلومات فى صورة جاهزة.

٥ – عدم كفاية الدراسة المعملية.

وبعد ذلك تم توضيح بعض العيوب النوعية التى توجه لكل من الفيزيقا والكيمياء والبيولوجيا.

وبالنسبة **للهدف الثانى**، قام المؤلف بتفحص المواد التعليمية التى أعدتها بعض المشروعات العالمية الحديثة لتطوير مناهج العلوم فى المرحلة الثانوية بقصد تعرف الفلسفة التى قامت عليها، والأسلوب الذى اتبعته فى عمليتى الإعداد والبناء، وأهم الملامح التى تميزها مادة وطريقة. وقد قام المؤلف فى هذا الصدد بتفحص المواد التعليمية التى أعدتها المشروعات التالية:

١ – من ميدان علم الفيزيقا:

(أ) مشروع لجنة دراسة علم الفيزيقا.

(ب) مشروع هارفرد للفيزيقا.

٢ – من ميدان علم الكيمياء:

(أ) مشروع دراسة مادة التعليم الكيميائى.

(ب) مشروع الرابطة الكيميائية.

٣ – من ميدان علم الأحياء:

(أ) مشروع دراسة مناهج العلوم البيولوجية.

(ب) المشروع الريادى لتطوير تدريس العلوم البيولوجية فى الوطن العربى.

وفى ضوء ذلك خلص إلى الاتجاهات التسعة التالية التى تميز مناهج العلوم المعاصرة، وهذه الاتجاهات هى:

١ – الشعور بالحاجة الفعلية للتطوير.

٢ – تحديد الأهداف المرجوة تحديداً مسبقاً.

٣ – اتباع أسلوب علمى فى عملية الاعداد:

(أ) المشاركة بين المتخصصين على المستويين الجامعى والثانوى.

(ب) مشاركة رجال التربية للمتخصصين فى المادة.

(جـ) تجريب المناهج المعدة قبل تعميمها.

(د) تدريب المعلمين على تنفيذ المناهج الجديدة.

٤ – إتباع أسلوب علمى فى عملية البناء:

(أ) تحديد نوع التنظيم المنهجى المناسب.

(ب) تحديد القضايا الكبرى.

(جـ) الأخذ بالمعالجة المفاهيمية.

(د) عرض المادة المتعلمة فى صورة مشكلات.

(هـ) البناء التتابعى لخبرات المنهج.

(و) التنويع فى المواد التعليمية.

٥ – تحديث المحتوى:

(أ) الأخذ بأحدث ما توصل إليه العلم.

(ب) بيان الأساس العلمى للظواهر والعمليات.

(جـ) الاهتمام بمعالجة المشكلات التى تواجه الانسان فى حاضره ومستقبله.

(د) إبراز جهود العلماء فى تفسير الظواهر وحل المشكلات.
(هـ) ربط الدراسة بالبيئة.

٦ - الاهتمام بتنمية مهارات البحث العلمى لدى التلاميذ.
٧ - الاهتمام بمراعاة الفروق الفردية بين التلاميذ.
٨ - العناية القصوى بمنفذى المناهج.
٩ - إتباع أسلوب متميز فى الإخراج.

نحو مزيد من التعلم

١ - ورد فى هذا الفصل ذكر لستة مشروعات فقط استهدفت تطوير مناهج العلوم فى المرحلة الثانوية مادة وطريقة، ولازالت هناك مشروعات أخرى عديدة جرت فى أنحاء متفرقة من العالم لتحقيق الهدف ذاته. اذكر مشروعاً واحداً منها فى كل من ميادين الفيزيقا والكيمياء والبيولوجيا محدداً أهدافه النوعية.

٢ - اختر ثلاثة فقط من المعايير الخمسة التالية، وحاول تطبيقها على أى منهج للعلوم تختاره (فيزيقا أو كيمياء أو بيولوجيا) فى المرحلة الثانوية:

(أ) إلى أى حد يأخذ بالمعالجة المفاهيمية؟.
(ب) إلى أى حد يعرض المادة المتعلمة فى صورة مشكلات؟
(جـ) إلى أى مدى يبرز جهود العلماء فى تفسيرهم للظواهر وحلهم للمشكلات؟.
(د) إلى أى حد يعنى بتنمية مهارات البحث العلمى لدى التلاميذ؟.
(هـ) إلى أى مدى يراعى ما بين التلاميذ من فروق فردية؟.