الفصـــــــل الثانـــــــى

الاطـــــــــــار النظـــــــــرى

أولا : طبيعـــــة العلـــــــــم

- مفهوم العلـــــــم ٠
- سمات العلـــــــم ٠
- أهداف العلـــــــم٠
- بنية العلـــــــم ٠

ثانيا : عمليـــــات العلـــــــــم

- مقدمـــــــة ٠
- تصنيف عمليات العلـــــم ٠
- تعريف عمليات العلـــــم ٠
- مهارات عمليات العلم (شرحها) ٠
- أهمية عمليات العلـــــــــم ٠
- كيفية تعلم عمليات العلـــــم ٠
- كيفية تدريس مهارات عمليات العلم ٠

obeikandl.com

مفهوم العلـــــم : العلم مادة وطريقة ،

العلم معنى من المعانى الهامة فى حياتنا ، وتختلف النظرة إليه وكذلك مفهومـــه، شأنه فى هذا شأن المعانى الهامة فى حياتنا - باختلاف الوجه الذى يراد تأكيده فيـــه، والجانب الذى يراد التركيز عليه منه ٠

فكلمة العلم Science كانت تعنى فى العصـــور الوســطى ذلك الجســـد المعرفى من الحقائق والقوانين والنظريـــات التى تتصل بكافـة فـروع المعرفـة التى عرفتهـا البشـــرية حتى ذلك الحين ٠ وبداية من القرن العشرين الذى شهد أتســاعاً فى المعـــارف العلمية والتطبيقات التكنولوجية وجهت الأنظـار الى دراســـة وتحليل المنهج المســتخدم فـى إجـــراء البحوث العلميـة ، ومن ثم إعـــادة النظر فى مفهوم العلم ذاته ٠

وينادى المهتمـون بتدريس العلـوم فى عالمنـا المعاصـر بالاهتمام بفهم العلم أكثـــر من الاهتمـام بأكســـاب المعلومـات وحدها ، فقد تضمن تقريـر " مشـــروع نافلـــد Nuffield عام ١٩٦٤ لتدريس العلوم هدفـــاً ينادى بضـــرورة التفهـــم الســـليم للعلم أو لأحـــد فروع العلم ، مع التركيز على حقائق غير مترابطة "(١) ٠ كذلك ركـــز تقرير مشروع نافلد عام ١٩٦٦ على أهمية التدريب العلمى والتفكير الناقد ، مقترحـــاً أنـــه لرفع المستوى العام لتدريس العلوم ينبغى أن يكتسب التلاميذ تفهماً ســـليماً للعلـــم، ليساعدهم فى أكتساب معلومات وظيفية تبقى معهم طوال سنين حياتهم ، وتجعلهم قادريـــن على حل المشكلات التى تواجههم بطريقة علمية ٠(٢)

كما أوضح " جود لاند Goodland " " أن تفهم العلم يتضمن بالضـــرورة

---

(1) Nuffield foundation: Science Teaching Project progress Report 1964 : Langmans,Penguim Book, London: 1965,pp 5-6

(2) Nuffield chemistry: Introduction and Guide : The Nuffield foundation, longman, Pengium Books, London, 1960.

أكســـاب خبرات العلم ، مضيفـاً أن أكتســـاب المعرفة فى العلم لاتكفى ".(١)

والعلم كما يرى " كوليت Collette " مجموعة لانهائيـــة من الملاحظـــات الخبرانية العلميـــة التى تؤدى الى بناء المفاهيم والنظريات العلمية ، والتى يمكن أن تخضـــع للتعديل المستمر فى ضوء مايستجد من ملاحظات • والعلم ليس هذا البناء المعرفى فحســب، بل إنه يتضمن طريقة الحصول على المعرفة وتعديلها .(٢)

ويضيف " كونانت Canant " طبيعة العلم بقوله :(٣)

" هناك نظرة اســـتاتيكية وأخرى ديناميكية للعلم ، وتؤكد النظـــرة الاســـتاتيكية على مجموعة مترابطة من القوانين والمبادئ والنظريات العلمية ، بالاضافـــة الى قدر هائـــل من المعلومات المنظمة المتوفرة لنا حاليـــاً ، وفى عبارة أخرى فإن العلم وسيلة لتفســـير الكون الذى نعيش فيه •

أما النظرة الديناميكية للعلم فهى تختلف عن النظرة الأولى وتنظر الى العلم كمنشـط إنســـانى ، وبالتالى فإن أهمية المعرفة العلمية ترجع فى الدرجة الأولى الى كونها أســـاساً لنشـــاط أو عمليات أخرى علميـــة •

كذلك يرى" كونانت Canant" أن العلم سلسلة من التصورات الذهنيـــــة والمشروعات التصوبرية Concepts and Conceptual Schemes..... المترابطة والمتواصلة والتى تتراكم نتيجة لحدثين هما : الملاحظة والتجريب • وهذه السلسلة من شأنهـا أن تؤدى الى الجديد من الملاحظات والتجارب •

---

(1) J.S.R. Goodland, Science for Now-Scientists: Oxford University Press London, 1973, pp.22-48.

(2) A.T. Collette, Science Teaching in Secondary School (Bostone : Allen and Bacen Inc., 1973),pp.23.

(٣) جيمس ب كونانت ، مواقف حاسمة في تاريخ العلم ، ترجمة أحمد زكى صالـــــح (القاهرة: دار المعارف، ١٩٦٣)، ص ص ٤٦-٤٧

ومن ذلك نجد أن كلا من كوليت وكونانت قد أتفقا على أن : العلم هو مجموعة لانهائية من المعارف العلمية ، وهذه المعارف العلمية خاضعة للتعديل والتغيير، وأن السبيل الى هذا التعديل والتغيير هى الملاحظة والتجريب ٠

ويتفق مع كوليت وكونانت صبرى الدمرداش ، فهو يرى أن : العلم هو طريقة للبحث والتفكير تتميز بالدقة والموضوعية ، وتقوم على الملاحظة والتجريب(١) ٠

أما عن طبيعة العلم فى رأى "ابراهيم بسيونى عميرة وفتحى الديب"(٢) فهما يريان أن الانسان يتوصل إلى المعرفة العلمية بأساليب فكرية وعملية خاصة تتميز ـ بقدر ماتسمح به الطبيعة البشرية ـ بالبعد عن الأهواء والعواطف ، وتجنب التحيز والأحكام المسبقة، وتعتمد على التفكير المنطقى واستخدام أدق الوسائل الممكنة للملاحظة والتجريب والقياس والضبط ، وهذه الأساليب والطرق التى يصنع بها العلم جزء أساسى منه لاغنى له عنها ، ولاحياة له بدونها ٠

ويرى عميرة والديب أن العلم :

١ـ طريقة للبحث تقوم على الاستطلاع وفرض الفروض والملاحظة والتجريب والتفكير الموضوعى، وتبعد ما أمكن عن تأثير العاطفة والرغبات الشخصية والعقائد السائدة ٠

٢ـ نسق أو بناء من معارف منظمة منسقة عن مادة الكون وطاقته وأحيائه وجماده ، تشتمل على حقائق أمكن التوصل اليها من خلال الملاحظة المقصودة المضبوطة ، وعلاقات تربط بين هذه الحقائق ، ونظريات يعتمد عليها فى التوصل الى حقائق وعلاقات وتجارب ونظريات جديدة ٠

ويتفق مع عميرة والديب فى هذا الرأى "صابر سليم وسعد عبد الوهاب نادر"(٣) فهما

---

(١) صبرى الدمرداش : سلسلة المراجع فى تدريس العلوم ٠ الجزء الأول (القاهرة : مكتبة خدمة الطالب ٠ الطبعة الأولى ١٩٧٩) ص ٢٢ ٠

(٢) ابراهيم بسيونى عميرة ، فتحى الديب : تدريس العلوم والتربية العلمية (القاهرة : دار المعارف ١٩٧٧) ص ١٣١ ٠

(٣) محمد صابر سليم ، سعد عبد الوهاب نادر : الجديد فى تدريس العلوم٠ (القاهرة : دار المعرفة ، ١٩٧٢) ص ٩ ٠

بريان أن العلم ليس مجرد مجموعة من الحقائق فى ميادين معينة ، ولكنه بالدرجة الأولى طريقة للتفكير وكذلك اتجاه فى مواجهة المشكلات .

كذلك يرى " أحمد خيرى كاظم ، سعد يس زكى "(١) أن العلم ليس بناءاً أستاتيكيا من المعرفة فقط ، وانما هو أيضاً طريقة للحصول على هذه المعرفة وتنقيتها وتنميتها ، أى أن هذه النظرة تهتم بالمعرفة وطريقة الحصول عليها .

وهناك بعض العلماء الذين يرون العلم من خلال ثلاثة أبعاد مثل "كارين Carin وصند Sund "(٢) فهما يريان أن العلم يتضمن الجوانب التالية :ـ

١ـ الاتجاهات العلمية : وهى مجموعة المعتقدات والقيم التى ينبغى توافرها فيمن يشتغل بالبحث العلمى .

٢ـ طرق العلم وعملياته : وهى مجموعة الطرق والأساليب المتبعة فى بحث المشكلة .

٣ـ نواتج التعلم : وتشتمل على حقائق العلم ومبادئه وقوانينه ونظرياته التى تنتج جميعاً من خلال عمليات البحث العلمى .

كما يرى " لاورى Lowery "(٣) أن العلم يشمل :المحتوى (الأفكار العلمية والتعميمات أو أحد التعميمات التى يلزم معرفتها) والعمليات (المهارات أو السلوكيات التى تستخدم للحصول على المعلومات).

وأن هناك علاقة متبادلة بين المحتوى والعمليات .

ويرى " صابر سليم وآخرون "(٤) أن الصورة الواقعية للعلم هى أن " العلم بحث

---

(١) أحمد خيرى كاظم ، سعد يس زكى : تدريس العلوم. (القاهرة: دار النهضة العربية، ١٩٧٦) ص ٩ـ١٠

(2) Arther A. Carin & Robert B.Sund: Teaching Science through Discovery (3 rd Ed., Columbus: Charles E. Merrill Publishing Company, (1975),P.4.

(3) Lowery, Lowrence.F.The Every day Science Source Book London : Allyn and Bacon, Inc.,(1978), P.7.

(٤) محمد صابر سليم وآخرون : مرجع سابق ، ص ٧

عن المعرفة واستخدامها لصالح الانسان ، ومن هنا لاتوجد فواصل بين المعرفة والتطبيق ، ويمكن القول بأنه تبعاً لهذه الصورة يصبح العلم تنظيماً للمعرفة بالطريقة التى تجعل الانسان قادراً على السيطرة على الكامن والخفى فى الطبيعة ".

وأوضح " جود Good 1977 " أن العلم يشمل كلا من المحتوى والعمليات وأن أحد مشروعات تطوير المناهج فى هذا الصدد هو أسلوب العمليات الذى يلقى الضوء حول العلم كمجموعة من العمليات . (١)

وذكر " رومى Romey 1968 " أن " نوفال Nuvall " عرف العلم بأنه " نظام من التعميمات أو المفاهيم مع العمليات التى يمكن بواسطتها تعميم هذه المفاهيم". (٢)

كما ذكر " فيديا Vaidya 1969.... " أن العلم يشمل المعرفة المنظمة التى تضم دراسة الطبيعة والكيمياء وعلم الفلك وعلم الارصاد الجوية .... وأكثر من ذلك ومجموعة من العمليات تسمى عمليات العلم ، وتضم الوصف الدقيق المختصر والتصنيف والتكرار والتجريب . (٣)

كما عرف " فتحى الديب (١٩٧٨م)" العلم على أنه عملية عقلية ، وسؤال ليس له نهاية ، وجهد انسانى دائم من أجل التطور والتقدم من خلال طرق مخطط لها تعتمد دائما على الملاحظة والتجريب والموضوعية المقرونة بالبصيرة النافذة والحدث المبدع . (٤)

---

(1) Good, Ronald G. How children learn science. New York: Macmillan Publishing Company, Inc.,1977,P: 190.

(2) Romey, William P. Inquiry Teachinques for teaching Science. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1968,p.122.

(3) Vaidya, Narendera, Some Aspects of Piaget's work and Science Teaching. Mew Delhi: S. chand & Co., PVT LTD, 1969, pp 15-17.

(٤) فتحى الديب . الاتجاه المعاصر فى تدريس العلوم . الكويت : دار القلم، ١٩٧٨ ، ص ١٤٢ .

وبالنظـــرة الفاحصـــة للتعريفـــات الســـابقة ، نجد أنها تؤكـد علـى جانـــب هـــام من جوانب العلم ، هذا الجانب يكاد يكون مهمـــلاً في بعض النظم التعليميـــة، ألا وهو عمليـــات العلم .

فالعلم هو مايفعله العلمـــاء . كل العلمـــاء بغض النظر عن تخصصـــاتهم، فهم يســـتعملون مجموعـة من الأدوات الفكرية عندما يفحصـون البيئة وظواهرها . ومـــن أجل التعـــرف على هذه الأدوات الفكريـة قام بعض أعضـاء الهيئة الأمريكيـــة لتطويـــر العلـــوم بســـؤال مجموعة من العلمـاء ، ليذكـروا مايقومـــون به من مهـارات وعمليـات أثنـــاء عملهم ، فذكروا ثلاث عشـــرة عمليـة من عمليـات العلم هى : الملاحظـــة، أســـتخدام الأعداد ، أســـتخدام العلاقـات الزمانيـة والمكانيـة ، القيـاس ، الاتصـال ، التصنيـــف ، الاســـتنتاج ، التنبـــؤ ، فـرض الفـــروض ، ضبط المتغيـــرات، التعريف الأجـــرائى ، تفســـير البيانات والتجريب .(١)

---

(1) Towney, David A. " The Nature of science and scientific Inquiry " Science Teacher Education Project : The Art of Science Teacher. London: Mc Crow -Hill Company, 1974, pp. 20-21.

سـمات العلم (خصائصه)*

(١) العلم تراكمى البناء :

ان العالم عندما يبدأ فى بحثه لايبدأ من فراغ ، وانما يبدأ من حيث انتهى من سبقوه من العلماء ، وعلى أساس ماتوصلوا اليه من حقائق ونظريات ومعرفة علمية. بمعنى أن العلم يمكن تشبيهه بصرح عظيم يسهم فى بنائه علماء من كافة أنحاء العالم ، وأن كل عالم يبنى فوق مابناه السابقون له والمتقدمون عليه .

(٢) العلم منشط عالمى :

بمعنى أن العلم منشط أسهمت فى إقامة صرحه حضارات وشعوب من جميع أنحاء العالم ، سواء فى العصور القديمة أو الحديثة .

(٣) حقائق العلم قابلة للتعديل :

من أهم مايتسم به العلم أن الحقائق العلمية التى يتوصل اليها العلماء ليست حقائق أزلية أو مطلقة أو يقينية أو ثابتة أو غير متغيرة ، بل هى حقائق نسبية قابلة للتعديل والتغيير ، فما ثبت صحته اليوم قد يثبت خطؤه فى الغد .

(٤) الشمولية :

المعرفة العلمية معرفة شاملة . بمعنى أنها تسرى على جميع أمثلة الظاهرة التى يبحثها العلم ، ولاشأن لها بالظواهر فى صورتها الفردية ، فمثلاً سقوط جسم ثقيل على الارض ، فلا يكتفى بتقرير هذه الواقعة على الطريقة التى تمت بها ، ولكنها

---

* (١) ، (٢) ، (٣) ، (٤)

(١) ابراهيم بسيونى عميرة ، فتحى الديب : مرجع سابق ، ص ص ١٥٠ـ١٥١

(٢) محمد على نصر : " مدى تفهم طلاب كلية التربية بجامعة المنيا للعلم والعلماء " المنيا ، دار حراء ، ١٩٨٢ ، ص٨

(٣) أحمد خيرى كاظم ، سعد يس زكى : مرجع سابق ، ص ص ١٨ـ٢٦ .

(٤) محمد صابر سليم وآخرون : مرجع سابق ، ص ١٢

obeikandi.com

تعرض بصورة أعم وأشمل مثل فكرة الجاذبية الأرضية ، وبذلك تتحول التجربة الفردية الى قانون شامل ٠

(٥) العلم مدقق :

بمعنى أن العلم يرى ضرورة التأكد ، وإعادة التأكد من صحة النتائج التى يتم التوصل اليها من خلال التجارب العملية التى يتم إجراؤها ، ولذلك يقوم الباحث بإعادة إجراء تجاربه مرات عديدة تحت ظروف مختلفة ، ويعمل لكل متغير يتدخل فى نتائج تجاربه حسابه ٠ (١)

(٦) العلم يعتمد على القياس الكمى :

لايكتفى العلم بالوصف الكيفى للظواهر ، بل يتعدى ذلك الى الوصف الكمى بل ويتطلبه ، حيث لايكتفى العالم بأن يقول بأن هذا السائل ساخن وذلك بارد ، بل عليه أن يحدد درجة حرارة السائل ٠ (٢)

(٧) العلم منشط انسانى اجتماعى :

بمعنى أن العلم لاينشأ من فراغ ، بل ينشأ فى إطار إنسانى اجتماعى ، حيث انه ثمرة من ثمرات الثقافة السائدة فى المجتمع ٠

ويوضح قطب (٣) هذه العلاقة ، فيرى ضرورة نشر التربية العلمية بين القاعدة الشعبية على أوسع نطاق ممكن ، لأن العلم لايمكن أن يزدهر وينمو الا فى بيئة اجتماعية صالحة لنموه وتقدمه ، ولذلك يرى أنه من الضرورى أن يعرف التلميذ شيئا عن العلم وطبيعته ، حتى ينمو فكرياً وعقلياً ومعرفياً ، ويمكن أن يتكيف مع عصر العلوم ٠

---

(١) ، (٢) محمد على نصر : المرجع السابق ص ٤٩ ٠

(٣) يوسف صلاح الدين قطب : " حاجتنا الى تطوير التربية العلمية وتحديد أهدافنا فى تدريس العلوم " ، صحيفة التربية ، السنة الرابعة والعشرون ، العدد الثالث ، (مارس ١٩٧٢م) ، ص ١٠ ـ ١١ ٠

obeikandi.com

أهـــداف العلـــم :

١ـ الوصـــف[١] :

فالعلم يهدف الى ملاحظة ووصف الظواهر المختلفة التى تحدث فى الطبيعة من حولنا ، ففى مجال الظواهر الطبيعية يمكن فى ضوء الملاحظـات والتجارب البسيطة أن نصـف ظاهرة مثل ظاهرة تمدد المعادن أو ظاهرة انكسـار الضـوء ، أى أن العلم يهدف إلى وصف وملاحظة الظواهر الطبيعية ٠

٢ـ التفســير :

يهدف العلم الى أبعد من مجـرد ملاحظه ووصف الظاهـرة ، لأن وصف الظاهـرة فى حد ذاته لايؤدى إلى فهمها ومعرفة أسباب حدوثها ، ولذلك فإن من أهـداف العلم الرئيسـية التوصل إلى نظريات وتعميمات معينة ، تفسـر لنا أسـباب الظواهر المختلفة ، فمثـلاً أمكن على أسـاس معرفة العلاقة التى تربط بيـن الحرارة وحركة الجزئيـات التى تتكون منها الأجسـام تفسير التمدد الطولى لهـذه الأجسام بالحرارة ، والعلم لايقف عند مجرد تفسير ظواهر معينة محدودة ، وأنمـا يهدف باسـتمرار للوصول إلى تعميمـات ونظريات تفيد فى تفسـير ظواهر أكثـر تعداداً و شـمولاً [٢] .

ويرى عميرة والديب[٣] أن " العلم منشط يهدف إلى البحث عن تفسـيرات لحقائق الطبيعة وظواهرها ، وبالتالى الى فهم تلك الحقائق والظواهر ، وإلى صياغـة هذه التفسيرات فى صورة نظريات أو قوانين تمتاز بالاقتصـاد فى الفكر والتعبيـر ، وهذه النظريات تعتبر لب العلم وجوهـره ، وهى تزيد فى أهميتهـا كثيـراً عن الحقائق العديدة التى ينظمها العالم أثناء بحثه فيما يحيط بنا من بيئة طبيعية" ٠

٣ـ التنبـــؤ :

لايقف العلم عند حد التوصل الى تعميمات أو تصورات نظرية معينة لتفسير الأشـياء

---

(١) حسن حسين زيتون : سلسلة طرق تدريس العلوم ، الكتاب الأول ، طبيعـة العلم ، الأسكندرية ، دار المطبوعات الجديدة ، ١٩٨٢ ، ص ٠٧٣

(٢) أحمد خيرى كاظم ، سعد يس زكى : مرجع سابق ، ص ص ١٥ـ١٦

(٣) ابراهيم بسيونى عميرة ، فتحى الديب : مرجع سابق ، ص ٥

obeikandl.com

أو الأحداث أو الظواهر ، وانما يهدف أيضاً إلى التنبؤ بما يمكن أن يحـــــدث اذا ماطبقنا هذه التعميمات والنظريات فى مواقف جديدة غير تلك التى نشأت عنها أساســاً، ولكى تكون التنبـــؤات مقبولة علميا ، فإنه ينبغى التحقق من صحتها. (١)

ويرى رشدى فام منصور أن النجاح فى التنبـؤ يتوقف على مدى المعرفـــــة بالظـــروف والأحوال والشروط التى يمكن على أساسها التنبؤ بحدوث الظاهـــــــرة أو اختفائهـــا (٢).

٤ـ الضبط أو التحكم :

يهدف العلم إلى تحقيق هدف آخـر إلى جانب الوصف والتفسير والتنبؤ ، وهذا الهدف هو الضبط أو التحكم فى العوامل والظروف المختلفة التى تجعل ظاهرة معينة تتم على صورة معينة ، أو تمنع حدوثها بما يتفق مع صالح الانســان ، وهذا الهـــــدف يرتبط بالأهداف السابقة ، فضبط ظاهرة معينة يتوقف على مدى صحة تفســـــيرها ومعرفة الأســـباب الحقيقية لهذه الظاهرة ، كذلك تزداد قدرتنا على ضبط الظاهـــرة والتحكم فيها كلما زادت قدرتنا على التنبؤ بها ، فعند معرفتنا للأســـباب التـــــى تؤدى إلى تمدد قضبان الســـكك الحديدية يمكننا التحكم فى الظاهرة لمنع تقـــــوس القضبان ، وذلك بأن نترك مسافات مناسبة بينها .

والضبط كهدف رئيسى للعلم يزيد من قدرة الانســان على التحكم فى بيئتـــه بما يعود عليه بالخير والنفع ، والأمثلة على ذلك كثيرة . فعن طريق إقامة الســدود أمكن للانسان أن يتحكم فى أخطار الفيضانات العالية ، وفى قلة كميات المياه فـــى السنوات التى يشح فيها المطر ، وعن طريق معرفة أسباب الكثير من الأمراض والأوبئـة

---

(١) صبرى الدمرداش : تدريس العلوم فى المرحلة الاعدادية ، الطبعة الأولى ، القاهـرة، مكتبة خدمة الطالب ، ١٩٧٩، ص ص ٧٤ـ٧٥ .

(٢) رشدى فام منصور : " حول مفهوم العلم وطبيعته " الحلقة التدريبية العربية حـول تدريس العلوم المتكاملـة والتكنولوجيـا ، القاهرة ، ١٩ ـ٢٢ ديســمبر ١٩٨١ ، مركز تطوير تدريس العلوم بجامعة عين شمس بالاشتراك مع هيئة اليونســكو ، ص ٣ .

أمكن التحكم فى انتشارها والاصابة بها ، وذلك عن طريق الاكتشافات العلمية المستمرة فى مجال الدواء وعمل اللقاحات والأمصال ، وعلاج الانسان وتطعيمه ضدها.(١)

مما سبق يتضح أن العلم يهدف الى : ملاحظة ووصف الظواهر المختلفة التى تحدث فى الطبيعة من حولنا ، والتوصل الى نظريات وتعميمات تفسر لنا أسباب الظواهر المختلفة ، والتنبؤ بما يمكن أن يحدث إذا طبقنا هذه التعميمات والنظريات فى مواقف جديدة غير تلك التى نشأت عنها أساساً ، والضبط أو التحكم فى العوامل والظروف المختلفة التى تجعل ظاهرة معينة تتم على صورة معينة ، أو تمنع حدوثها بما يتفق مع صالح الانسان ٠

بنية العلم :(٢)

الوقائع العلمية ٠ المفهومات ٠ النظريات

أولا : الوقائع العلمية :

يقصد بها مجموعة النتائج ، أو الملاحظات والصفات الخاصة بموقف معين أو مادة معينة ٠ والوقائع العلمية ضرورة للغاية ، لانها الأساس فى تكوين مايليها من مستويات معرفية مثل المفهومات والقوانين والنظريات. ويمكن تعلم الوقائع العلمية بثلاثة أساليب هى :

أ) **الملاحظة :**

ويستخدم فيها المتعلم حواسه مثل البصر والسمع واللمس والشم ، ونظراً لأن حواس الانسان محدودة فيمكنه الاستعانة بأدوات ووسائل تزيد قدرة هذه الحواس مثل الميكروسكوب وأدوات القياس وما إلى ذلك ٠ ويقع على عاتق مدرس العلوم مسئولية توجيه تلاميذه إلى ملاحظة الظواهر ومحاولة وصفها ٠

---

(١) أحمد خيرى كاظم ، سعد يس زكى : مرجع سابق ، ص ص ١٧-١٨

(٢) محمد صابر سليم وآخرون : مرجع سابق ، ص ص ٦١-٦٢ ٠

obeikandl.com

ب) التجريـــــب :

هناك ظواهر يصعب إدراكها بالحواس فى المواقف الطبيعية مثل العمليات التـــى تجرى داخل جسم الكائن الحى (تأثير عصارة الصفراء على الدهون والتفاعـــلات الكيميائية عموماً) ، لذلك نلجأ إلى مواقف مصطنعة للوصول إلى هذه الوقائـع، ويعرف هذا بالتجريب ٠

جـ) المصادر غير المباشـــرة :

قد يصعب إدراك الوقائع بالحواس فى المواقف الطبيعية ، كذلك قد يصعب تعميم موقف تجريبى للوصول إلى تلك الوقائع لسبب أو لآخـر ، وفى هذه الحالـــــة يلجأ المتعلم الى مصدر غير مباشـــر لتعلم هذه الوقائع ، كأن يعتمد علـــى كتاب ، أو يطلع على بيانات بشرط أن يكون المصدر صادقـاً صحيحـــاً ٠

ثانيا : المفاهيـــــم العلميـة :

- يعرف أحمد زكى صالح المفهوم بأنه[١] " هو استجابة عادة ماتكون لفظيـــــة لمجموعة من الظواهر أو المثيرات التى يشترك أعضاؤها فى صفة معينة "٠

- ويعرف جابر عبد الحميد جابر[٢] المفهوم: " هو تجمع لمجموعة من الأشـــياء أو الوقائع على أساس خصائص معينة ، تميز هذه المجموعة من أشياء أو وقائـــع أخـــرى "٠

- ويعرف محمد صابر سليم[٣] المفهوم (المدرك) بأنه: " عبارة عن خلاصـــة أو نتاج تجميع عدد من الأفكار والمعانى العلمية "٠

---

(١) أحمد زكى صالح: الأسس النفسية للتعليم الثانوى٠ القاهرة : دار النهضة العربيـــة، ١٩٥٩ ، ص ٣٦٨ ٠

(٢) جابر عبد الحميد جابر : سيكولوجية التعلم ٠ القاهرة : دار النهضة العربيـــــة، ١٩٧٢ ، ص ١٠٥ ٠

(٣) محمد صابر سليم وسعد عبد الوهاب : مرجع سابق ، ص ٨١ ٠

- ويعرف المفهوم فى قاموس التربية بأنه : (١)

أ) فكرة أو تمثيل لعنصر أو رمز مشترك ، يمكن بواسطته التمييز بين المجموعات أو التصنيفات .

ب) أى تصور عقلى عام أو مجرد لموقف أو أمر أو شئ .

جـ) فكرة أو رأى أو تخيل عقلى أو صورة عقلية .

- أما لوفيل Lovell (٢) فيعرف المفهوم بأنه: " تعميم لبيانات تربطها علاقة ما ، وهو يمكن الفرد من أن يستجيب لمنبهات معينة أو مدركات معينة، ويفكر فيها بطريقة خاصة ، ومن ثم ، فالمفهوم يمارس على أنه عملية إصدار حكم "

- ويعرف يسرى عفيفى المفهوم تعريفاً إجرائياً كما يلى : (٣)

" تصور عقلى يعطى رمزاً أو لفظاً أو اسماً . أو فكرة قائمة على أساس الخصائص المميزة لظاهرة فيزيائية ، ويتكون عن طريق تجميع الخصائص المشتركة لعناصر الظاهرة ، والتأكيد على الصفات المميزة ، وإهمال الصفات غير المميزة وينمو المفهوم خلال مواقف جديدة وخبرات متتابعة ، ويصبح متعلما حينما يقوم المتعلم بتصنيف الأشياء أو الأحداث الجديدة وفقاً لخصائصه ، ويميز تعريفه الصحيح ويستخدمه فى موقف " .

تكوين وتنمية المفاهيم :

يرى معظم الباحثين ، مثل بياجيه وبروز وجانيه وغيرهم أن تكوين المفهوم نشاط معقد يمارس فيه كل الوظائف العقلية الأساسية . أى يحتاج فى تكوينه إلى التصور

---

(1) Good-Cartep V. : " Dictianary of Education.3rd.ed., New York, Mc Crow-Hall Book Company,1973,p.124.

(2) K. Lovell:" The Growth of Basic Mathematical and Scientific Cancepts in Children" . London University of London Press, 1972, P.3.

(٣) يسرى عفيفى عفيفى : محاضرات فى تدريس العلوم . جامعة عين شمس ، كلية التربية ، الجزء الأول ، ١٩٨٧ ، ص ٢٠

والانتباه والربط والاستنتاج والتجريد • ويتعامل التلميذ أثناء عمليات التعلم مع الأشياء والمواقف الجزئية المحسوسة ، وعن طريق الملاحظات والبيانات التى يحصل عليها ، يدرك العلاقات والتشابه والاختلاف بين تلك الأشياء والمواقف ، ثم يقوم بعملية تحديد للصفات أو الخصائص المشتركة بينها ، ويصل إلى تعميم (مفهوم) يستقر فى عقله ، ويستخدمه بعد ذلك للتمييز بين الأشياء أو المواقف التى تقابله•

ويميز أوزوبل بين تكوين المفهوم واستيعابه حيث تكوين المفهوم هو عملية تجريد (استخلاص) الصفات أو الملامح الأساسية المشتركة من فئة الأشياء أو المواقف الجزئية ، بينما استيعاب المفهوم هو عملية اكتساب الطفل للخصائص الأساسية للمفهوم من خلال تعريفه بدلاً من اكتشافه(١) •

وتمثل المفهومات جانباً حيوياً من جوانب العلم ، ويفيد تعلمها فيمايلى(٢) :

أ) تصنيف البيئة والتقليل من تعقدها : فالكائنات الحية على الرغم من كثرتها يمكن تصنيفها الى مجموعات أقل من خلال ادراك الخصائص المشتركة بينها •

ب) تسمح بالتنظيم والربط بين الوقائع والظواهر ، فعن طريق المفهومات ترتبط الوقائع ، وتتشابك ، ولاتصبح مجرد جزئيات متناثرة •

ج) تساعد على انتقال أثر التعلم ، فالطفل الذى يعرف مفهوم الطائر يمكنه أن يتعرف على أى طائر حتى ولم يسبق له رؤيته أو دراسته •

ثالثا : النظريات العلمية : Scientific Theories

النظرية هى بناء متكامل من الفروض والقوانين القائمة على الملاحظة المباشرة والقوانين النظرية التى تستخدم فى تفسير مجموعة من الظواهر الطبيعية، والنظرية لايمكن الحكم بأنها صحيحة أو خاطئة ، ولكن يمكن الحكم بأنها كافية لتفسير وشرح والتنبؤ بالظواهر الطبيعية المندرجة تحتها أم غير كافية • وحيث إن الحقائق

---

(١) المرجع السابق : ص ٢١ •

(٢) عبد الرحمن محمد عوض وآخرون : محاضرات فى طرق تدريس العلوم ، جامعة الأزهر ، كلية التربية ، السنة الثالثة ، ١٩٨٧، ص ص ٥-٦ •

يمكن أن تتغير ، كما أن الفروض معرضة للتعديل أو التغيير فى ضوء مايستجد من ظروف وأدلة جديدة كافية (سمة العصر) • فيمكن أن يطرأ تعديل أو تغيير أو رفض للنظرية (١)

وبلفظ آخر فالنظرية هى فكرة مناسبة ومفضلة ، تستخدم لربط مجموعة من الوقائع المستقلة فيما بينها •

فالنظرية بناء يوحد مجالا من مجالات البحث العلمى • وهى تقدم خطة موحدة لتفسير مجموعة كاملة من الوقائع التى تبدو وكأنها لارابط بينها • (٢)

عمليات العلم :

تحظى عمليات العلم بمكانة وأهمية كبيرة فى تدريس العلوم ، فقد أكدت الأبحاث والدراسات على أن تحصيل المادة العلمية يكون أسرع وأيسر حين يتم عن طريق اجراء عمليات العلم المختلفة كالملاحظة والاستنتاج والقياس والتجريب ، فمن خلال الأنشطة التى يقوم بها التلميذ أثناء إجراء هذه العمليات سيتمكن من جمع المعلومات وتحصيلها بدلاً من الأستماع الى هذه المعلومات من المدرس وحفظها والاختبار فيها •

وتؤكد هذه الدراسات أن الأفكار المتجددة يمكن أن تتولد بسهولة أثناء قيام التلاميذ بالأنشطة التى تتضمنها عمليات العلم المختلفة ، ففى هذه الأنشطة مجال خصب للمناقشة والتساؤل ومجابهة المشكلات وفرض الفروض وتفسير البيانات ••••

ولقد أشار الاتحاد الأمريكى لتطوير العلوم (AAAS. 1977) فى تقرير له إلى أن عمليات العلم هى الأساس لعادات التفكير الناقد • ولهذا طالب أن يدرب التلميذ أثناء دروس العلوم على الملاحظة و إلقاء الأسئلة والتخطيط لجمع البيانات وإعطاء الفرصة لهم لاتخاذ القرارات ، واصدار الأحكام بأنفسهم •

---

(١) عبد الرحمن محمد عوض وآخرون : محاضرات فى طرق تدريس العلوم ، جامعة الأزهر ، كلية التربية ، السنة الثالثة ، ١٩٨٧ ، ص ص ٥ــ٦

(٢) محمد صابر سليم وآخرون : مرجع سابق ، ص ٦٤ •

وقد أوضح العديد من المربين أن " تنمية مهارات عمليات العلم لدى التلاميذ تعتبر من الأهداف الأساسية للتربية " ، فمثلاً يرى جانيه Gane (١) أن عمليات العلم تمثل العناصر المشتركة فى المناشط العلمية ، سواء أكانت طبيعية أو بيولوجية أو اجتماعية، بالاضافة الى قابلية أنتقال أثر تعلمها من منشط علمى إلى منشط آخر ، فإذا ماتعلمها الفرد فى مادة الفيزياء فأنه يستطيع أن يستخدمها فى الكيمياء أو فى التاريخ الطبيعى أو غيرها من المواد الدراسية .

ويضيف أوكى Okey الى قول جانيه بأن أكتساب هذه العمليات لن يفيد التلميذ فى حياته الدراسية فقط ، بل ينتقل أثر ذلك الى مواقف الحياة اليومية .

وقد أظهرت الدراسات والأبحاث أهمية عمليات العلم وعلاقتها بالتعليم والنمو ، فقد أشار بجز (Biggs. 1973) إلى أن أفضل الأساليب للتعلم هى التى تتمركز حول المتعلم ، حيث يكون نشطاً مشاركاً فى بناء الجانب المعرفى ، بهدف الوصول الى تعلم إبتكارى يكتسب فيه المتعلم العديد من المهارات والعمليات التى تظل مصاحبة له بعد التخرج. وبهذا يصبح المتخرج قادرا على حل المشاكل بنفسه ، مستخدماً تلك المهارات والعمليات العقلية. (٢)

وقد أشار بارو (Barrow. 1979) الى أن فهم التلميذ لبيئته ، وتنمية قدرته على التفكير فى ظواهر هذه البيئة يتوقف على مقدار مايكتسبه من مهارات عقلية متمثلة فى عمليات العلم الأساسية والتكاملية . (٣)

كما توصل توبين (Tobin, 1982) إلى نفس هذه النتيجة ، حيث أثبت أن هناك علاقة بين تحصيل عمليات العلم والقدرة على التفكير السببى لتلاميذ المرحلة

---

(١) حسين سليمان قوره : الأصول التربوية فى بناء المناهج . الطبعة الخامسة ، القاهرة دار المعارف بمصر ، ١٩٧٧ ، ص ٩

(٢) سلام سيد أحمد سلام ، صفية محمد أحمد سلام : " عمليات العلم لدى معلمى العلوم " . دراسة مسحية ، المنيا ، دار حراء ، ١٩٨٣ ، ص ٩ .

(٣) المرجع السابق : ص ١١

الاعدادية ، بعد أن درس لهم برنامجـــاً فى عمليات العلم التكاملية لمدة أسبوعين مـــــن خلال منهج العلوم العامة .(١)

كما أشار كروكوفر (Krockover, 1977) إلى أن أفضل طريقة لمســاعدة التلاميذ على حل مشاكل الحياة اليومية يتمثل فى إمدادهم بكافة الفرص والوسائل ، لمواجهـــة المشـــكلات ، ووضع القرارات . ويتأتى ذلك من خلال التفاعل مع الأدوات والأجهـــــزة والأنهماك فى الأنشطة المختلفة فى العلوم والرياضيات بغية اكتساب مايسمى بعمليـــــــات العلم ، وهى المهارات العقلية اللازمة لحل المشكلات (١).

كما يرى كابلن Kaplen أن مهارات البحث العلمى تمثل أحد الجوانـــــــب الأساسية المكملة للمعرفة العلمية ، حيث أنها تمثل تلك العلميات التى تتضمن مهارات عقليـة ومعلومات يستخدمها الطالب للوصول الى حل مشكلة موضع الدراسة ، أى أن مهارات البحـــث العلمى تعبر عن الجوانب السلوكية لعملية التفكير العلمى ، فالشخص الذى يمارس التفكيـــر العلمى هو فى الواقع يمارس ســـلوكاً هادفـــاً وموجهـاً بطريقة موضوعية نحو دراسة الموقـــف بكل أبعاده وحقائقه بقصد الوصول الى تفسيرات يتضح فيها العلاقات التى يتضمنها الموقف(٣)

تصنيف عمليات العلم :

لقدقام الاتحاد الأمريكـــى لتقدم العلوم عام ١٩٦٢م (AAAS) بتحديد عمليات العلم بثلاث عشرة عملية وصنفها الى نوعين هما :ـ

أولا : عمليات العلم الأساسية: Basic Scientific Processes.....

وهذه تشمل ثمانى عمليات هى :

١ـ الملاحظة Observing ٢ـ التصنيف Classifying

---

(١) المرجع السابق : ص ١١ـ١٢

(٢) المرجع السابق : ص١٠

(٣) ماجدة حبشى محمد محمد سليمان." تقويم اكتساب طلاب قسم التاريخ الطبيعى بكليات التربية لمهارات البحث العلمى " رسالة ماجستير ـ جامعـة الأسكندرية ، كلية التربية ، ١٩٨٢ ، ص ٢٢ـ٢٣

٣- القياس Measuring ٤- الاتصال Communicating

٥- التنبؤ Predicting ٦- الاستنتاج Inferring

٧- استخدام علاقات المكان والزمان Using Space/ Time relationships

٨- استخدام الأرقام ..... Using Numbers

ثانيا : عمليات العلم التكاملية: Integrated Science Processess.....

١- التحكم فى المتغيرات :..... Controling Variables

٢- تفسير البيانات ..... Interpreting Data

٣- فرض الفروض ..... Formulation Hypothesis

٤- التعريف الأجـــرائى ..... Defining Operationally

٥- التجريـــــــب ..... Expermenting

وقد أوضح الاتحاد الأمريكـــى لتقدم العلوم أن عمليات العلم الأساسية تســـــــتخدم فى الصفـوف الأربعة الأولى من المدرسة الابتدائية (التعليم الأساسى) ، أما عمليات العلم التكاملية تستخدم فى الصفـــوف الأعلى .

ويلاحظ أن عمليات العلم تمثل تنظيماً هرميـاً بحيث إن استخدام العلميـــــــــات التكاملية يتطلب إتقـان ماسبق من العمليـات الأسـاسية ، كما أن عمليات العلم التكامليـة تجمع مجموعة من العمليات الأساسية .

تعريف عمليات العلم :

عرف كل من سلام سيد أحمد سلام وصفية محمد أحمد سلام (١٩٨٣) عمليـــــات العلم كما يأتى : (١)

(١) **الملاحظة :**

وهى العملية التى تستخدم فيها حاسة أو أكثر (البصر ، الشم ، اللمس ، الســمع، التذوق) ، للتعرف على وتسمية صفات الأشياء أو الأجسام أو الظواهر .

---

(١) سلام سيد أحمد سلام، صفية محمد أحمد سلام: "عمليات العلم، تعلمها وقياســـــها" مرجع سابق ، ص ١٧-١٨.

obeikandl.com

(٢) **عملية استخدام العلاقات المكانية والزمانية :**

وهى العملية التى تنمى المهارات اللازمة لوصف العلاقات المكانية ، وكذلك علاقة المكان بالزمان ، ومعدلات التغير فى الموضع والزوايا ، كما أنها تشمل تعلم السرعات الخطية والزاوية ٠

(٣) **عملية التصنيف :**

وهى العملية التى تستخدم فيها صفات تمت ملاحظتها لتقسم الأشياء أو الأجسام

(٤) **عملية استعمال الأرقام :**

وتعرف بأنها العملية التى يتم خلالها ترتيب الأرقام وجمعها وضربها وقسمتها وإيجاد المتوسطات والكسور ومعدلات التغير ٠

(٥) **عملية القياس :**

وهى العملية التى تستخدم فيها أدوات القياس للحصول على ملاحظات كمية مثل قياس الأطوال ، المساحات ، الحجوم ، الكتل ، حيث توجد وحدة معيارية لمثل هذه القياسات ٠

(٦) **عملية الاتصال :**

وهى العملية التى تستعمل فيها معلومات لوصف نظام مكون من حدث أو مجموعة متداخلة من الأحداث ٠ هذا الوصف يمكن أن يكون فى صورة عرض شفوى أو كتابى أو مصور أو على شكل رسم بيانى ٠

(٧) **عملية التنبؤ :**

وهى العملية التى يتم خلالها تكوين نظرة تنبؤية مستقاه من أدلة قائمة مبنية على أساس علمى ، هذه الظواهر يمكن أن تقع بين الملاحظات التى تم جمعها (التنبؤ فى حدود البيانات) ، أو خارج الملاحظة التى تم جمعها (التنبؤ خارج حدود البيانات) ٠

(٨) **عملية الاستنتاج :**

وهى العملية التى تتكون فيها مجموعة من التوضيحات المبنية على الملاحظات ، وهذه التوضيحات يكون بعضها متأثرا بالخبرة السابقة ٠

openkandi.com

(٩) عملية فرض الفروض :

يعرف الفرض على أنه تعميم يشمل الأشياء أو الأحداث ذات التقسيم الموحد ، وقد يقوم الفرض على المشاهدة أو الأستنتاج ٠

(١٠) عملية التعريف الأجرائى :

وهى عملية وصف الجسم أو الحدث أو النظام بأوصاف يمكن أن تلاحظ أو تقاس أو تفعل ٠ أى أنها هى عملية الاخبار بالتحديد عما يفعل أو يلاحظ عندما نعرف مادة أو مفهوماً أو وحدة قياس أو عملية أو خاصية ، سواء أكانت كمية أو كيفية ٠

(١١) عملية ضبط المتغيرات :

وهى العملية التى تحدث عندما ينشط عامل أو متغير فى تجربة ما ، فى حين تثبت بقية المتغيرات والعوامل ، حتى يمكن دراسة أثر هذا العامل المتغير على العامل التابع ٠

(١٢) عملية تفسير البيانات :

وهى مهارة مركبة تتكون من مهارة الاتصال والتنبؤ والاستنتاج ٠ وهى تستخدم لتفسير البيانات فى أى صورة من الصور ٠

(١٣) التجريب :

وهو العملية التى تشمل جميع عمليات العلم الأساسية والتكاملية التى سبق تعريفها ٠ بل أن كل العمليات تتم خلال هذه العملية ٠

ويعرف جيجا (Gega 1977.....) [1] عمليات العلم كما يأتى :

عملية الملاحظة :

عبارة عن إدراك وتمييز الحواس ٠

عملية التصنيف :

عبارة عن جمع بعض الأشياء معاً على حسب خاصية عامة أو صفة مشتركة أو شائعة

---

(1) Gega, Peter C. Science in the Elementary Education 3rd.ed. London : John Wiley & Sons. Inc., 1977,pp. 44 - 54 .

openkanal.com

مثل : اللون ، الشـــكل ، الحجم ، ٠٠٠٠٠٠

عملية القيـــاس :

عبارة عن التصنيف فى الخواص بطريقة كمية ٠

عملية الاتصال :

ويعنى وضع البيانات أو المعلومات التى حصلنا عليها من ملاحظاتنا فى شكل آخـــــر بحيث يمكن للشخص فهمه ٠

عملية الاستنتاج :

وهى عملية تفسير أو كتابة الاستنتاجات مما لاحظناه ٠

كما عرف جود(١) (Good, 1973.....) **عمليات العلم كما يأتى :**

عملية الملاحظة :

وهى عملية ملاحظة حالات أو أنشطة كوسائل لجمع بيانات كمية أو وصفية (p: 393)

عملية التصنيف :

وهى عملية جمع البيانات الإحصائية فى أقسام أو رتب مشتركة على أساس صفات خاصـــة، أو على أساس حجمها وأهميتها ٠(P: 104)

عملية الاتصال :

وهى عملية نقل الأفكار أو نقل الاحساس من أحد الأشخاص لاخر خلال الاشـــارة بتعبيرات الوجه ، النغمة ، درجة الصوت ، كما يتضح من الحديث ، أو بوســائـل ثانوية مثل الكتابة ، التليفون ، التلغراف ، الراديو ، التليفزيون (P.299-300)

عملية القياس :

وهى عملية تحديد الكمية أو قيمة الشئ بالضبط أو بالتقريب بأستخدام معيار أو مقيـاس مرجعـــــى (P: 357)

عملية التنبـــــؤ :

وهى عبارة عن تقدير الاتجاه أو الميل المستقبلى للحدث على أساس الخبرة السابقة ٠ (P: 433)

---

(1) Good, Carter V. Op.Cit., pp: 104-433

obeikandl.com

عملية الاستنتاج :

وهى عملية الحصول على حكم أو استنتاج منطقى من البيانات المعطاه أو الفـــــروض أو المقدمة المنطقية (P: 299-300)

كما يعرف أسلر (.....1977 ,Esler) **عمليات العلم كما يأتى :ـ**

عملية التصنيف :

وفيها يصنف المتعلم الأشياء والأفكار طبقا لمجموعة من الخواص ٠

عملية الاتصال :

وفيها يصف المتعلم الأشياء أو الأحداث فى تفصيل أو بناء من المنحنيات أو الخرائط ٠

عملية الاستنتاج :

وفيها يقترح المتعلم مجموعة من الشروط أكثر من التى يلاحظها ٠

عملية القياس :

وفيها يكتشف الطفل وحدات القياس المناسب للطول والمساحة والحجم والزمـــــــن ، والوزن ٠٠٠٠٠٠٠ الخ

عملية الملاحظة :

وفيها يسمى المتعلم خواص الأشياء أو الأحداث باستخدام كل حواسه ٠

عملية التنبؤ :

وفيها يتنبأ المتعلم بحدث فى المستقبل من مجموعة من البيانات أو المنحنيـات(١) .

---

(1) Esler, William K. Teacher Elementary Science . 2nd.ed Belmont, Califormia: Wadsworth Publishing Company, Inc., (1977, pp 562 - 574 .

obeikandl.com

ومن التعريفات السابقة خلصت الباحثة بالتعريف التالى لعمليات العلم :

١ـ عملية الملاحظة :

هى العملية التى تستخدم فيها حاسة أو أكثر (السمع ـ اللمس ـ البصر ـ الشـــم) ، للتعرف على وتسمية الأشياء أو الأجسام أو الظواهر ٠

٢ـ عملية الاستنتاج :

هى العملية التى يقوم فيها الفرد بربط ملاحظاته لظاهرة معينة بمعلوماته السابقة عنهـا ، ثم يصدر حكمـاً معيناً يفسر به هذه الملاحظات ٠

٣ـ عملية التصنيف :

هى العملية التى يقوم فيها الفرد بتقسيم بعض الاشياء أو الأجســام أو الظواهر فـــــى مجموعات تبعـاً لخاصية أو صفة مشـــــتركة ٠

٤ـ عملية الاتصـــال :

هى العملية التى يقوم فيها الفرد بنقل ملاحظاته ونتائج تجاربه وأفكاره العلمية للآخريـن ـ شفوية أو مكتوبة أو فى صورة عبارات أو رسوم بيانية أو خرائط أو معادلات رياضيـــة وكيميائية وغير ذلك من وسائل الاتصال العلمى ٠

٥ـ عملية التنبـــــؤ :

هى العملية التى يستخدم فيها الفرد معلوماته السابقة ومشاهداته الحالية للتكهن بحـدوث ظاهرة أو حدث فى المســـتقبل ٠

٦ـ عملية القيـــاس :

هى العملية التى تستخدم فيها أدوات القياس ، للحصول على ملاحظات كمية مثل قيـاس الأطوال والمساحات والحجوم والكتل ، حيث توجد وحدة معيارية لمثل هذه القياسات٠

٧ـ عملية استخدام العلاقات المكانية / الزمانية :

وهى العملية التى يتم خلالها وصف الأحداث والظواهر التى تحدث فى الكون لتحديـــد مكان وزمان حدوثها ووصف معدلات التغير فى الموضع والزوايا ، كما انها تشمل تعلـــم الســـرعات الخطية والزاوية ٠

٨ـ عملية استخدام الأرقـــام :

هى العملية التى يتم خلالها ترتيب الأرقام وجمعها وضربها وقسمتها وإيجاد المتوســـطات

obeikandl.com

والكسور ومعدلات التغير ٠

٩ـ عملية التحكم فى المتغيرات :

هى العملية التى تحدث عندما ينشط عامل أو متغير فى تجربة ، فى حين تثبت بقية المتغيرات والعوامل ، حتى يمكن دراسة أثر هذا العامل المتغير على العامل المستجيب

١٠ـ عملية فرض الفروض :

هى عملية صياغة تعميم قابل للاختبار ناتج عن مجموعة من الملاحظات والاستنتاجات ٠

١١ـ عملية التعريف الاجرائى :

هى عملية وصف الجسم أو الحدث أو النظام بأوصاف يمكن أن تلاحظ أو تقاس أو تفعل أى أنها عملية الاخبار بالتحديد عما يفعل أو يلاحظ عندما تعرف مادة أو مفهوماً أو وحدة قياس أو عملية أو خاصية سواء أكانت كيفية أو كمية ٠

١٢ـ عملية تفسير البيانات :

هى مهارة مركبة من مهارة الاتصال والتنبؤ والاستنتاج ، وهى تستخدم لتفسير البيانات فى أى صورة من الصور ٠

١٣ـ التجريب :

هى العملية التى تشمل جميع عمليات العلم الأساسية والتكاملية التى سبق تعريفها ، بمعنى أن كل العمليات السابقة تتم خلال هذه العملية ٠

مهارات عمليات العلم :

" هى تلك المهارات العقلية التى تتضمنها عملية البحث والاستقصاء ، والتى يقوم بها الفرد لجمع البيانات والمعلومات وتصنيفها وبناء العلاقات وتفسير البيانات والتنبؤ بالأحداث من خلال هذه البيانات ، وذلك من أجل تفسير أو حل مشكلة معينة "٠ (١)

وبمراجعة البحوث والدراسات السابقة التى تعرضت لتحليل عمليات العلم الى مهاراتها السلوكية مثل : روبرت س ٠ تانيبوم (٢) ، (جيجا Gega 1977)(٣)

---

(١) بدرية محمد محمد حسانين : مرجع سابق ، ص ١٣

(٢) صبرى الدمرداش: سلسلة المراجع فى تدريس العلوم ، مرجع سابق ،ص ص ٦٥ـ٧١

(3) Geqa, Peterc, Op. Cit., PP: 60-61

obeikandl.com

وميشيل وآخرون (Michaclis & others 1975)[١]، وصفية محمد أحمد سلام ، سلام سيد أحمد سلام [٢] و محمد صابر سليم وآخرون [٣]، وبدرية محمد محمد حسانين [٤].

حللت الباحثة كل عملية من عمليات العلم الى مهاراتها السلوكية كما يلى :ـ

١ـ مهارات عملية الملاحظة :

- تحديد أو التعرف على خواص الأشياء أو الظواهر مثل اللون والشكل والحركة والكتلة والطول والمساحة والحجم ودرجة الحرارة باستخدام أحد أو كل الحواس .
- ملاحظة حالات التغير فى الأشياء أو الظواهر .
- صياغة الملاحظات بصورة كمية ما أمكن .
- تحويل الملاحظات إلى تسجيلات مفيدة للآخرين .
- التمييز بين العبارة القائمة مباشرة على الملاحظات ، وتلك التى تعتبر بمثابة تعميم أو استنتاج .

٢ـ مهارات عملية التصنيف :

- تحديد الخواص التى تستخدم كأساس لتصنيف بعض الأشياء مثل اللون والتركيب والشكل
- تصميم نظام تصنيف ذى مرحلة واحدة أو عدة مراحل لتصنيف مجموعة من الأشياء .
- وصف الأشياء طبقاً لخواصها مثل التركيب واللون والصلابة والشكل وصفات أخرى خاصة.
- وصف الأشياء بدقة من خلال نظام تصنيف متعدد المراحل .

٣ـ مهارات عملية القياس :

- استخدام أدوات القياس المناسبة كالمتر والمسطرة والمنقلة والساعة والميزان والترمومتر

---

(1) Michaclis, John.U & others, New Designs for elementary Curriculum and Instruction. 2nd.ed.New York : Mc Crow-Hill Book Company,1975,pp:290 -292.

(٢) سلام سد أحمد سلام ، صفية محمد أحمد سلام: مرجع سابق ، ص ص ١٥ـ ٢٦

(٣) محمد صابر سليم وآخرون : مرجع سابق ، ص ص ٢٤ ـ ٢٨ .

(٤) بدرية محمد محمد حسانين : مرجع سابق ، ص ١٣

obeikandi.com

لقياس الأبعاد والزمن والكتل والحرارة ٠

- مراعاة الدقة فى القياس فى حدود مدى الخطأ المسموح به ٠
- تقدير قياسات كمية بسيطة مثل الطول والمساحة والحجم والوزن والزمن بدون استخدام أدوات قياس ٠
- اختيار وحدات القياس المناسبة لقياس خواص الأشياء ٠
- تطبيق العلاقات الرياضية لحساب الكميات المشتقة فى عمليات متعددة مثل السرعة والكثافة ٠
- تمييز الأشياء باستخدام عبارات مثل أثقل ، أخف ، أطول ، أقصر ٠
- إدراك مدى صلاحية أجهزة القياس وحدودها بالنسبة لموقف معين ٠
- قياس معدل تغير الأشياء ٠

٤ـ مهارات عملية الاتصال :

- وصف الأشياء بدقة تمكن الآخرين من فهمها والتعرف عليها ٠
- إعداد الرسوم والأشكال التوضيحية التى تعبر عن الأفكار ، والأحاسيس عن طريق تصميم أو عمل الخرائط ، الرسوم البيانية ، المنحنيات ٠
- تسجيل البيانات ٠
- تفسير العلاقات والاتجاهات التى تظهر من الرسوم البيانية أو المنحنيات ٠

٥ـ مهارات عملية الاستنتاج :

- التمييز بين العبارة القائمة مباشرة على الملاحظة ، وتلك التى تعتبر بمثابة تعميم أو استنتاج ٠
- استخلاص استنتاج أو أكثر من مجموعة من الملاحظات ٠
- اختبار الاستنتاج عن طريق المزيد من البيانات والملاحظات ٠
- اختبار الاستنتاج عن طريق التجربة ٠
- تحديد الاستنتاجات التى تقبل أو ترفض أو تعدل فى ضوء المزيد من الملاحظات ٠
- استخلاص التعميمات المثبتة أو المبرهنة من مجموعة البيانات ٠

٦ـ مهارات عملية التنبؤ :

- التنبؤ باستخدام بيانات كافية يتم الحصول عليها من خلال ملاحظات وقياسات صادقة وسليمة ٠

obeikandi.com

- التنبؤ باستخدام المنحنيات والرسوم البيانية ٠
- استخدام الحجج والبراهين والادلة التى تبرر التنبؤ ، وتؤكده ٠
- التمييز بين الملاحظة والاستنتاج والتنبـــــؤ ٠

٧ـ مهارات عملية استخدام الأرقام :

- استخدام الأرقام للتعبير عن فكرة أو ملاحظة أو علاقات، وذلك بالتعرف على الفئـات والأعداد التى تتكون منها ٠
- ترتيب الأرقام وجمعها وضربها وقسمتها ٠
- استخدام الأرقام العشرية والأعداد الكبيرة ٠
- إيجاد المتوسطات ومعدلات التغيـــر ٠

٨ـ مهارات عملية استعمال العلاقات المكانية والزمانية :

- وصف العلاقات المكانية ، وكذلك علاقة المكان بالزمان ٠
- استخدام علاقات المكان والزمان فى وصف البيئة الطبيعية ٠
- عمل رسومات لأشكال ثنائية وثلاثية الأبعاد ٠
- التعرف على خط التماثل للأشكال ثنائية الأبعاد ، وسطح التماثل للأشكال ثلاثيـــة الأبعاد ٠
- التعرف على الأشكال ثلاثية الأبعاد من خلال ظلالها ٠
- وصف معدلات التغير فى الموضع والزوايا ٠
- تحديد السرعة الخطية لشئ متحرك ٠

٩ـ مهارات التحكم فى المتغيرات :

- التعرف على المتغيرات التى قد تؤثر على موقف أو حدث أو تجربة ٠
- التعرف على المتغيرات المستقلة والتابعة والثابتة فى الموقف أو التجربة والتمييز بينها ٠
- تصميم تجربة لتحديد تأثير متغير مستقل على متغير تابع ٠
- ضبط المتغيرات التى ليست جزءا من الفرض المختبر ٠

١٠ـ مهارات عملية تفسير البيانات :

- استخدام البيانات لعمل عمليات اتصال وتنبؤ واستنتاج وفرض فروض ٠
- وصف المعلومات المقدمة فى جدول أو رسم بيانى ٠

obeikandi.com

- الوصول إلى استنتاج أو أكثر أو وضع فروض من المعلومات المقدمة فى جدول أو رسم بيانى ٠
- استعمال قياسات إحصائية مثل المتوسط والوسيط والمدى فى وصف أنواع معينة من البيانات واستخلاص تنبؤات واستنتاجات وفروض من هذه المعلومات ٠
- التمييز بين العلاقات الخطية وغير الخطية التى تحتويها بيانات فى جدول ٠

١١ـ مهارات عملية فرض الفروض :

- صياغة الفرض من مجموعة من الملاحظات والاستنتاجات ٠
- صياغة الفروض بطريقة يمكن اختبارها ٠
- وضع وإجراء اختبار للتعرف على صحة فرض معين ٠
- تمييز الملاحظات التى تدعم فرضاً من الملاحظات التى لاتدعمه ٠
- التمييز بين الفرض والملاحظة والاستنتاج والتنبؤ ٠
- تعديل الغرض بناء على الملاحظات الجديدة التى ظهرت أثناء إجراء الاختبار ٠

١٢ـ مهارات عملية التعريف الأجرائى :

- وصف الجسم أو الحدث أو النظام بأوصاف يمكن أن تلاحظ أو تقاس أو تفعل ٠
- الأخبار بالتحديد عما يفعل أو يلاحظ عندما نعرف مادة أو مفهوماً أو وحدة قياس أو عملية أو خاصية ، سواء أكانت كمية أو كيفية ٠
- التمييز بين التعريف الاجرائى والتعريف غير الاجرائى ٠

١٣ـ مهارات عملية التجريب :

- وضع المشكلة فى صورة سؤال مطلوب الاجابة عليه ٠
- التعرف على العوامل (المتغيرات) المستقلة والتابعة ٠
- وضع الفرض الذى يراد اختباره ، أو التساؤل الذى يراد الاجابة عليه ، وذلك بناء على البيانات المعطاه ٠
- تصميم وإجراء اختبار للتعرف على صحة الفرض أو الاجابة على التساؤل ٠
- تفسير البيانات والنتائج التى يتم الحصول عليها التى تدعم صحة الفرض أو لاتدعم صحته
- كتابة تقرير عن التجربة يبين فيه إذا كانت البيانات التى جمعت تدعم صحة الفرض ٠

obeikandi.com

أهمية تعلم عمليات العلم :

تتضح أهمية تعلم عمليات العلم مما يلى* :

- أكساب التلميذ لعمليات العلم يضع قدمه على بداية الطريق نحو فهم الطبيعة الاستقصائية للعلم وإدراك أن مانتوصل اليه من نظريات وهياكل إداراكية انما يعتمد على عملية البحث والاستقصاء ومانتطلبه وتتضمنه من مهارات .

- تساعد مهارات عمليات العلم التلاميذ على التعامل الذكى ، ليس فقط مع الظواهر الطبيعية بل أيضا مع مشكلات الحياة اليومية ، بأسلوب يتميز بالدقة والموضوعية والمرونة .

- تمثل مهارات عمليات العلم ذلك النوع من جوانب التعلم الذى لايتأثر بالزمن نسبياً، فهى لاتعتمد على القدرة على التذكر من ناحية ، كما أنها لاترتبط بموقف بذاته أو معلومات محددة ، ومن ناحية أخرى، فهى تعتبر مهارات سلوكية عامة .

- اكتساب التلميذ لتلك المهارات يساعده على التعلم الذاتى والتعامل مع المتغيرات ومشكلات المستقبل والكشف عن المزيد من المعرفة .

- تعلم عمليات العلم يتطلب عملاً وممارسة أكثر مما تتطلب منه القراءة والحفظ ، وهو تعلم ينشغل فيه التلميذ بأشياء حقيقية ، تكون مصدرا لخبرات مباشرة تمثل الصورة الصادقة لطبيعة العلم .

- يتيح الفرصة للتلميذ فى أن يشارك مشاركة فعالة فى عملية التعلم عن طريق البحث أو النشاط العلمى الذى يقوم به ، وهذا يتمشى مع أحد الاتجاهات التربوية فى أن يكون التلميذ هو محور العملية التعليمية .

- تعلم عمليات العلم كمهارات معينة يمكن أن ينتقل أثره إلى ميادين متعددة تستخدم فيها هذه المهارات ، فمهارة القياس التى تمكن الفرد من القياس بكفاءة ودقة يمتد

---

* بمراجعة كل من :

(١) مدحت أحمد النمر : مرجع سابق ، ص ص ٥٥ـ٥٦

(٢) محمد صابر سليم : مرجع سابق ، ص ٤٩

أثرها من الطبيب الذى يقيس الفروق الدقيقة لدرجة حرارة المريض حتى يمكن تشـــخيص المرض بدقة الى المهندس الذى يجرى عمليات القياس لبناء ناطحات السحاب أو تشـــييد القناطر والخزانـــات ٠

- تنمية الفكر الناقد والتفكير الخلاق لدى التلاميذ ٠
- تنمية بعض الاتجاهات العلمية لدى التلاميذ ٠ مثل حب الاستطلاع ٠
- تنمية قدرة التلاميذ على استخدام الأسلوب العلمى فى التفكير ٠
- تنمية الاتجاهات الإيجابية نحو البيئة والمحافظة عليها وصيانتها وتحسينها ٠ الأمر الـذى يساعد التلميذ على حل المشكلات التى تواجهه داخل أو خارج المدرسة ٠

كيفية تعلم عمليات العلم :

من أهم المبادىء التربوية المنبثقة من نظرية بياجيه فى النمو المعرفى Piaget's Theory Cognitive Development:(1)

١ـ إحاطة المتعلم بمواقف حقيقية ، يستطيع من خلالها أن يجرب بنفسه ويحاول ، ويـرى مايحدث ويتساءل ويضع بنفسه الأجابات الخاصة بأسئلته ، ويقارن بين مايجده هنـــا وماوجده فى موقف آخر ، ويناقش زملاءه فيما يصل إليه ، ويتفق معهم أحيانـــاً ، ويختلف معهم أحيانـاً أخرى ٠

٢ـ أن نضع المتعلم فى موقف يحتوى على مشكلة تتحدى فكرة بطريقة معقولة وتثير لديـــه الدافع للبحث عن حل لهذه المشكلة ٠

٣ـ أن يوازن المعلم بين تزويد المتعلمين بالمعلومات العلمية وبين إعطاء التلاميذ الفرصـــة لممارسة الأنشطة التـى يكتشفون فيها بعض هذه المعلومات بأنفسهم ٠

٤ـ أن التعلم يكون ذا فاعلية عندما ينتقل أثره ، ويؤدى إلى تعميم فى خبرات الفـــرد ، ولكى يحدث هذا الانتقال فى أثر التعلم فإن المتعلم ينبغى أن يطبق مايتعلم فـــى

---

(١) حسن حسين زيتون ٠ طبيعة العلم ٠ طنطا : دار المطبوعات الجديدة ، ١٩٨٢ ص ص ٦٧ـ٦٨

مواقف جديدة ومتنوعـــــة ٠

أما جالاجهير (Gallegher1979)[1] فيقدم وجهتى نظر فى طريقة تعليـم التلاميذ عمليات العلم وهما :

أولا : وجهة النظر المبنية على المنهج التفاعلى .....The interactionist والتى تعتمد على نظريات بياجيه Piaget ونظريات التعلم المهتمة بتنظيم المعلومـــات وفيها يبدأ التعلم بتعامل المتعلم مع الأدوات والأشياء والكائنات الحية فى محيط بيئتـــه٠ وينتج التعلم عندما يحاول المتعلم الوصول إلى اتزان بين خبراته الحالية والتكوين الذهنى الناتج من خبراته السابقة ٠ كما تؤكد وجهة النظر هذه على أن المتعلم يتعلم مـــــن خلال العمل أو الأداء ٠ وتعتبر الخبرات المباشرة والأنشطة أمراً أساســـــياً لحـــدوث أو لاتمام التعلم ٠

ثانيا : وجهة النظر الأخرى تعتمد على منهج انتقال أثر الثقافة :

Cultural Transmission

وفى هذه الحالة تكون المناهج الدراسية عبارة عن المكونات الهامة للثقافة (الأجـــــزاء المختارة من الرياضيات ، العلوم ، التاريخ ، ٠٠٠٠) ، وتنظـم هذه المكونـــــات فى وحدات ، وترتب فى صورة مناهج ، للوصول الى أفضل تعلم من خلال تقديمهـــا للتلاميذ ٠ ويعتمد التعليم هنا على التدريس من خلال الالقاء ، مع تسلسل المكونـات، والاهتمام بالنقاط المهمة من جانب المعلم ، والانتباه والتدريب والتشجيع والحفـــــظ، ثم المراجعة والاهتمام بالامتحانات من جانب المتعلم ٠

ويتعلم التلميذ عمليات العلم بالاشتراك والتفاعل فى موقف تعليمى مبنى على أساس وجهتـى النظر الســـــابقتين ٠

---

(1) Gallegher, J.James." Basic Skills Common to Science and mathematic School Science and Mathematics. V. XXI, N.8, 1979, PP: 555 - 566.

واقترح أتكينا كاربلس[١] (Atkina Karplus: 1968) ثلاثة خطوات لاتمام دورة التعلم الكاملة لعمليات العلم وهى :-

١- تبدأ دورة التعلم بخطوة الأستكشاف : وفيها يتعامل ويتفاعل المتعلم مع الأشياء ، ليحصل على احساس بالظاهرة أو الحدث محل السؤال .

٢- والخطوة الثانية تعتمد على توجيهات وإرشادات المعلم ، وهذه التوجيهات تقود المتعلم إلى التوصل الى تكوين مفهوم يعطى معنى للخبرات التى توصل اليها فى الخطوة الأولى.

٣- أما الخطوة الثالثة فتحدث عندما يبدأ المتعلم استعمال المفاهيم والمهارات الجديدة التى تعلمها فى مواقف جديدة للتدريس ، والحصول على أكبر فائدة من التطبيق .

وهكذا نجد أن عملية تعلم عمليات العلم تعتمد على :

١- نشاط المتعلم .

٢- توجيه المعلم لعملية التعلم .

٣- إتاحة الفرصة للمتعلم لاستخدام ماتعلمه من عمليات العلم فى مواقف جديدة .

كيفية تدريس مهارات عمليات العلم :

لخص (Gallagher 1979)[2] أهم الأمور التى يجب أن تراعى فى تدريس مهارات عمليات العلم فى الآتى :

١- يجب أن تحدد أى من عمليات ومهارات عمليات العلم الواجب تدريسها ، ولأى صف دراسى . ويفضل أن يحدد المعلم عددا قليلا من المهارات ، ليدرس من خلال أكثر من منهج دراسى ، مع تكرار استخدامه خلال العام الدراسى .

٢- لابد وأن يتأكد المعلم من أن التلميذ مكتسب العمليات والمهارات البسيطة (الأساسية) قبل البدء فى تدريس العمليات المعقدة (التكاملية) ، لأن ذلك يؤدى الى النجاح فى تعلم المهارة الجديدة ، وفى نفس الوقت يعطى حافزاً للمزيد من التعلم .

٣- يتعلم التلميذ عمليات العلم من خلال قيامه بالعمل : أى الأداء للتدريبات ، ومن خلال مناقشته عنه ، وتفكيره فى أداء العمليات . ويقتصر دور المعلم على اتاحة

---

(١) صفية محمد أحمد سلام : مرجع سابق ، ص ٢١

(2) Gallegher, J.James. Op,Cit., P.564.

الفرص لعديد من الأنشطة والتدريبات والمناقشات والاستجابات من جانب التلميذ ٠

٤ـ ينتقل أثر تعلم المهارة من محتوى دراسى الى آخر ، ولهذا يفضل أن تدرس عمليات العلم من خلال أكثر من منهج دراسى (مثل العلوم والرياضايات) على أن يراعى المعلم إتاحة الفرصة للمتعلم لاستعمال هذه العمليات بعد تعلمها فى مواقف جديدة٠

٥ـ عملية التعلم عملية بطيئة : وإذا كانت المهارات اليدوية مثل العزف على البيانو تحتاج الى التدريب المستمر لساعات طويلة يومياً ولعدة سنين ٠ فليس هناك سبب لعدم الاعتقاد بأن المهارات العقلية لاتحتاج لنفس الوقت لاكتسابها ، ولهذا فإن على المعلم مراعاة أن عنصرى الوقت والتشجيع ضروريان لاكتساب التلاميذ لعمليات العلم ٠

ويقول بتس[1] (Butts, 1973) للمعلم ، أنه عند التخطيط لتدريب تلاميذك على عمليات العلم قم بالاتى :ـ

١ـ حدد ماسوف يتعلمه التلميذ ٠

٢ـ إقرأ بعناية حول الموضوع ، وحدد الأنشطة ، وصمم خطة موجزة لما سوف يفعله التلميذ فى كل نشاط ٠

٣ـ حدد الأغراض الرئيسية فى كل نشاط ، وسوف تجد أكثر من نشاط واحد لكل غرض، ولكن من المستحسن اختيار نشاط واحد لكل غرض ٠

٤ـ أن يكون النشاط حيا أى له صلة بالحياة ، حدد المواد والأدوات التى سوف تحتاجها فى كل نشاط ، والجهة التى سوف تحصل منها على هذه المواد والأدوات ٠

٥ـ وتعتبر أهم خطوة هى أن تقوم بنفسك بتأدية هذا النشاط قبل أن تدرب عليه التلاميذ٠

٦ـ حدد الزمن الذى سيكمل فيه التلميذ كل نشاط ، نظم الفصل بحيث يعمل فيه كل تلميذ على حده ـ نظم المجموعات الصغيرة أو الكبيرة ـ نظم طريقة المناقشة مع المجموعة ككل ٠

---

(1) Butts, David P. Teaching Science in the Elementary School. New York: A Division of Macmillan Publishing Co., Inc., 1973, PP 184-185