

الفصل الثاني

الاطار النظري

أولا : طبيعة العلم

- مفهوم العلم
- سمات العلم
- أهداف العلم
- بنية العلم

ثانيا : عمليات العلم

- مقدمة
- تصنيف عمليات العلم
- تعريف عمليات العلم
- مهارات عمليات العلم (شرحها)
- أهمية عمليات العلم
- كيفية تعلم عمليات العلم
- كيفية تدريس مهارات عمليات العلم

مفهوم العلم : العلم مادة وطريقة .

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

فكلمة العلم Science كانت تعنى فى العصور الوسطى ذلك الجسد المعرفى من الحقائق والقوانين والنظريات التى تتصل بكافة فروع المعرفة التى عرفتها البشرية حتى ذلك الحين . وبداية من القرن العشرين الذى شهد اتساعاً فى المعارف العلمية والتطبيقات التكنولوجية وجهت الأنظار الى دراسة وتحليل المنهج المستخدم فى إجراء البحوث العلمية ، ومن ثم إعادة النظر فى مفهوم العلم ذاته .

وينادى المهتمون بتدريس العلوم فى عالمنا المعاصر بالاهتمام بفهم العلم أكثر من الاهتمام بأكتساب المعلومات وحدها ، فقد تضمن تقرير " مشروع نافلد Nuffield عام ١٩٦٤ لتدريس العلوم هدفاً ينادى بضرورة التفهم السليم للعلم أو لأحد فروع العلم ، مع التركيز على حقائق غير مترابطة " (١) . كذلك ركز تقرير مشروع نافلد عام ١٩٦٦ على أهمية التدريب العلمى والتفكير الناقد ، مقترحاً أنه لرفع المستوى العام لتدريس العلوم ينبغى أن يكتسب التلاميذ تفهماً سليماً للعلم ، ليساعدهم فى أكتساب معلومات وظيفية تبقى معهم طوال سنين حياتهم ، وتجعلهم قادرين على حل المشكلات التى تواجههم بطريقة علمية . (٢)

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

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

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

أكساب خبرات العلم ، مضيفاً أن أكتساب المعرفة في العلم لا تكفى " . (١)

والعلم كما يرى " كوليت Collette " مجموعة لانهائية من الملاحظات
الخبرانية العلمية التي تؤدي الى بناء المفاهيم والنظريات العلمية ، والتي يمكن أن تخضع
للتعديل المستمر في ضوء ما يستجد من ملاحظات . والعلم ليس هذا البناء المعرفي فحسب ،
بل إنه يتضمن طريقة الحصول على المعرفة وتعديلها . (٢)

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

" هناك نظرة استناتيكية وأخرى ديناميكية للعلم ، وتؤكد النظرة الاستناتيكية على
مجموعة مترابطة من القوانين والمبادئ والنظريات العلمية ، بالاضافة الى قدر هائل
من المعلومات المنظمة المتوفرة لنا حالياً ، وفي عبارة أخرى فإن العلم وسيلة لتفسير
الكون الذي نعيش فيه .

أما النظرة الديناميكية للعلم فهي تختلف عن النظرة الأولى وتنظر الى العلم كمنشط
إنساني ، وبالتالي فإن أهمية المعرفة العلمية ترجع في الدرجة الأولى الى كونها أساساً
لنشاط أو عمليات أخرى علمية .

كذلك يرى " كونانت Canant " أن العلم سلسلة من التصورات الذهنية
والمشروعات التصويرية Concepts and Conceptual Schemes..... المترابطة
والمتواصلة والتي تتراكم نتيجة لحدثين هما : الملاحظة والتجريب . وهذه السلسلة من شأنها
أن تؤدي 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 زكي صالح
(القاهرة: دار المعارف، ١٩٦٣)، 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 والتغييره وأن السبيل الى هذا التعديل والتغيير هي الملاحظة والتجريب .

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

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 - بقدر ماتسمح به الطبيعة البشرية - 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 .

ويرى عميرة والديب أن العلم :

- ١- طريقة للبحث تقوم على الاستطلاع وفرض الفروض والملاحظة والتجريب والتفكير الموضوعى، وتبعد ما أمكن عن تأثير العاطفة والرغبات الشخصية والعقائد السائدة .
- ٢- نسق أو بناء من معارف منظمة منسقة عن مادة الكون وطاقته وأحيائه وجماده ، تشمل 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 .

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

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

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

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

يرى 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 بنسأاً أسناتيكيا من المعرفة فقط ، وإنما هو أيضاً طريقة للحصول على هذه المعرفة وتنقيتها وتمييزها ، 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 يرى أن العلم يتضمن الجوانب التالية : -
١- الاتجاهات العلمية : وهى مجموعة المعتقدات والقيم التى ينبغى توافرها فىمن يشتغل بالبحث العلمى .

٢- طرق العلم وعملياته : وهى مجموعة الطرق والأساليب المتبعة فى بحث المشكلة .
٣- 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 ٩-١٠

(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, Lawrence.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 الإنسان ، ومن هنا لا توجد فواصل بين المعرفة والتطبيق ، ويمكن القول بأنه تبعاً لهذه الصورة يصبح العلم تنظيمياً للمعرفة بالطريقة التي تجعل الإنسان 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 Nuwall " 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 انساني دائم من أجل التطور والتقدم من خلال طرق مخطط لها تعتمد دائماً 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 Teaching 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 ،

وبالنظرة الفاحصة للتعريفات السابقة ، نجد أنها تؤكد على جانب هام من جوانب العلم ، هذا الجانب يكاد يكون مهملاً في بعض النظم التعليمية ، ألا وهو عمليات العلم .

فالعلم هو مايفعله العلماء . كل العلماء بغض النظر عن تخصصاتهم ، فهم يستعملون مجموعة من الأدوات الفكرية عندما يفحصون البيئة وظواهرها . ومن أجل التعرف على هذه الأدوات الفكرية قام بعض أعضاء الهيئة الأمريكية لتطوير العلوم بسؤال مجموعة من العلماء ، ليذكروا مايقومون به من مهارات وعمليات أثناء عملهم ، فذكروا ثلاث عشرة عملية من عمليات العلم هي : الملاحظة ، استخدام الأعداد ، استخدام العلاقات الزمانية والمكانية ، القياس ، الاتصال ، التصنيف ، الاستنتاج ، التنبؤ ، فرض الفروض ، ضبط المتغيرات ، التعريف الإجرائي ، تفسير 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.

سمات العلم (خصائصه) *

(١) العلم تراكمى البناء :

ان العالم عندما يبدأ فى بحثه لا يبدأ 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 يبني فوق ما بناه 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 ما يتسم 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 ، ولا شأن لها بالظواهر فى صورتها الفردية ، فمثلاً سقوط جسم ثقيل على الأرض ، فلا يكتفى بتقرير هذه الواقعة على الطريقة التى تمت بها ، ولكنها

* (١) ، (٢) ، (٣) ، (٤)

(١) ابراهيم بسيونى عميرة ، فتحى الديب : مرجع سابق ، ص ١٥٠-١٥١

(٢) محمد على نصر: " مدى تفهم طلاب كلية التربية بجامعة المنيا للعلم والعلماء " المنيا ، دار حراء ، ١٩٨٢ ، ص ٨

(٣) أحمد خيرى كاظم ، سعد يس زكى : مرجع سابق ، ص ١٨-٢٦ .

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

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

(٥) العلم مدقق :

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

(٦) العلم يعتمد على القياس الكمي :

لايكتفى العلم بالوصف الكيفي للظواهر ، بل يتعدى ذلك الى الوصف الكمي بل ويتطلبه ، حيث لا يكتفى العالم بأن يقول بأن هذا السائل ساخن وذلك بـبارد، بل عليه أن يحدد درجة حرارة السائل . (٢)

(٧) العلم منشط انساني اجتماعي :

بمعنى أن العلم لا ينشأ من فراغ ، بل ينشأ في إطار إنساني اجتماعي ، حيث انه ثمرة من ثمرات الثقافة السائدة في المجتمع .

وبوضـح قطب^(٣) هذه العلاقة ، فيرى ضرورة نشر التربية العلمية بيـن القاعدة الشعبية على أوسع نطاق ممكن ، لأن العلم لا يمكن أن يزدهر وينمو الا في بيئة اجتماعية صالحة لنموه وتقدمه ، ولذلك يرى أنه من الضروري أن يعرف التلميذ شيئاً عن العلم وطبيعته ، حتى ينمو فكراً وعقلياً ومعرفياً ، ويمكن أن يتكيف مع عصر العلوم .

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

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

أهداف العلم :

١- الوصف^(١) :

فالعلم يهدف الى ملاحظة ووصف الظواهر المختلفة التي تحدث في الطبيعة من حولنا ، ففي مجال الظواهر الطبيعية يمكن في ضوء الملاحظات والتجارب البسيطة أن نصف ظاهرة مثل ظاهرة تمدد المعادن أو ظاهرة انكسار الضوء ، أي أن العلم يهدف إلى وصف وملاحظة الظواهر الطبيعية .

٢- التفسير :

يهدف العلم الى أبعد من مجرد ملاحظته ووصف الظاهرة ، لأن وصف الظاهرة في حد ذاته لا يؤدي إلى فهمها ومعرفة أسباب حدوثها ، ولذلك فإن من أهداف العلم الرئيسية التوصل إلى نظريات وتعميمات معينة ، تفسر لنا أسباب الظواهر المختلفة ، فمثلاً أمكن على أساس معرفة العلاقة التي تربط بين الحرارة وحركة الجزيئات التي تتكون منها الأجسام تفسير التمدد الطولي لهذه الأجسام بالحرارة ، والعلم لا يقف عند مجرد تفسير ظواهر معينة محدودة ، وإنما يهدف باستمرار للوصول إلى تعميمات ونظريات تفيد في تفسير ظواهر أكثر تعداداً وشمولاً^(٢) .

ويرى عميرة والديب^(٣) أن " العلم منشط يهدف إلى البحث عن تفسيرات لحقائق الطبيعة وظواهرها ، وبالتالي الى فهم تلك الحقائق والظواهر ، وإلى صياغة هذه التفسيرات في صورة نظريات أو قوانين تمتاز بالاقتصاد في الفكر والتعبير ، وهذه النظريات تعتبر لب العلم وجوهه ، وهي تزيد في أهميتها كثيراً عن الحقائق العديدة التي ينظمها العالم أثناء بحثه فيما يحيط بنا من بيئة طبيعية" .

٣- التنبؤ :

لا يقف العلم عند حد التوصل الى تعميمات أو تصورات نظرية معينة لتفسير الأشياء

(١) حسن حسين زيتون : سلسلة طرق تدريس العلوم ، الكتاب الأول ، طبيعــــــــــــــــة العلم ، الإسكندرية ، دار المطبوعات الجديدة ، ١٩٨٢ ،

ص ٧٣ .

(٢) أحمد خيرى كاظم ، سعد يس زكى : مرجع سابق ، ص ١٥-١٦

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

أو الأحداث أو الظواهر ، وانما يهدف أيضاً إلى التنبؤ بما يمكن أن يحدث اذا ما طبقنا هذه التعميمات والنظريات في مواقف جديدة غير تلك التي نشأت عنها أساساً ، ولكي تكون التنبؤات مقبولة علمياً ، فإنه ينبغي التحقق من صحتها . (١)

وبرى رشدى فام منصور أن النجاح فى التنبؤ يتوقف على مدى المعرفة بالظروف والأحوال والشروط التى يمكن على أساسها التنبؤ بحدوث الظاهرة أو اختفائها (٢) .

٤- الضبط أو التحكم :

يهدف العلم إلى تحقيق هدف آخر 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 الإنسان ، وهذا الهدف يرتبط بالأهداف السابقة ، فـضبط ظاهرة معينة يتوقف على مدى صحة فهمها ومعرفة الأسباب الحقيقية لهذه الظاهرة ، كذلك تزداد قدرتنا على ضبط الظاهرة والتحكم فيها كلما زادت قدرتنا على التنبؤ بها ، فعند معرفتنا للأسباب التى تؤدى إلى تمدد قضبان السكك الحديدية يمكننا التحكم فى الظاهرة لمنع تقوس القضبان ، وذلك بأن تترك مسافات مناسبة بينها .

والضبط كهدف رئيسى للعلم يزيد من قدرة الإنسان على التحكم فى بيئته بما يعود عليه بالخير والنفع ، والأمثلة على ذلك كثيرة . فعن طريق إقامة السدود أمكن للإنسان أن يتحكم فى أخطار الفيضانات العالية ، وفى قلة كميات المياه فى السنوات التى يشح فيها المطر ، وعن طريق معرفة أسباب الكثير من الأمراض والأوبئة

(١) صبرى الدمرداش : تدريس العلوم فى المرحلة الإعدادية ، الطبعة الأولى ، القاهرة ،

مكتبة خدمة الطالب ، ١٩٧٩ ، ص ٧٤-٧٥ .

(٢) رشدى فام منصور : " حول مفهوم العلم وطبيعته " الحلقة التدريبية العربية حول

تدريس العلوم المتكاملة والتكنولوجيا ، القاهرة ، ١٩٩٠ ، ص ٢٢-

ديسمبر ١٩٨١ ، مركز تطوير تدريس العلوم بجامعة عين شمس

بالاشتراك مع هيئة اليونسكو ، ص ٣ .

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

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

بنية العلم : (٢)

الوقائع العلمية • المفاهيم • النظريات

أولاً : الوقائع العلمية : =====

يقصد بها مجموعة النتائج ، أو الملاحظات والصفات الخاصة بموقف معين أو مادة معينة • والوقائع العلمية ضرورة للغاية ، لأنها الأساس في تكوين ما يليها من مستويات معرفية مثل المفاهيم والقوانين والنظريات. ويمكن تعلم الوقائع العلمية بثلاثة أساليب هي :

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 • ويقع على عاتق مدرس العلوم مسئولية توجيه تلاميذه إلى ملاحظة الظواهر ومحاولة وصفها •

(١) أحمد خيري كاظم ، سعد يس زكي : مرجع سابق ، ص ١٧-١٨

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

(ب) التجريب :

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

(ج) المصادر غير المباشرة :

قد يصعب إدراك الوقائع بالحواس فى المواقف الطبيعية ، كذلك قد يصعب تعميم موقف تجريبى للوصول إلى تلك الوقائع لسبب أو لآخر ، وفى هذه الحالة يلجأ المتعلم الى مصدر غير مباشر لتعلم هذه الوقائع ، كأن يعتمد على كتاب ، أو يطلع على بيانات بشرط أن يكون المصدر صادقاً صحيحاً .

ثانياً : المفاهيم العلمية :
=====

- يعرف أحمد زكى صالح المفهوم بأنه^(١) " هو استجابة عادة ماتكون لفظية لمجموعة من الظواهر أو المثيرات التى يشترك أعضاؤها فى صفة معينة " .
- ويعرف جابر عبد الحميد جابر^(٢) المفهوم: " هو تجمع لمجموعة من الأشياء أو الوقائع على أساس خصائص معينة ، تميز هذه المجموعة من أشياء أو وقائع أخرى " .
- ويعرف محمد صابر سليم^(٣) المفهوم (المدرك) بأنه: " عبارة عن خلاصة أو نتاج تجميع عدد من الأفكار والمعانى العلمية " .

(١) أحمد زكى صالح: الأسس النفسية للتعليم الثانوى . القاهرة : دار النهضة العربية،

١٩٥٩ ، ص ٣٦٨ .

(٢) جابر عبد الحميد جابر : سيكولوجية التعلم . القاهرة : دار النهضة العربية،

١٩٧٢ ، ص ١٠٥ .

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

- 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 شىء .
- (ج) 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 متعلماً 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. : " Dictionary of Education.3rd.ed., New York, Mc Crow-Hall Book Company, 1973, p.124.

(2) K. Lovell: " The Growth of Basic Mathematical and Scientific Concepts 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 التي يحصل عليها ، يدرك العلاقات والتشابه والاختلاف بين تلك الأشياء والمواقف ، ثم يقوم بعملية تحديد للصفات أو الخصائص المشتركة بينها ، ويصل إلى تعميم (مفهوم) يستقر في عقله ، ويستخدمه بعد ذلك للتمييز بين الأشياء أو المواقف التي 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 فيما يلي (٢) :
- أ) تصنيف البيئة والتقليل من تعقدها : فالكائنات الحية على الرغم من كثرتها يمكن تصنيفها إلى مجموعات أقل من خلال ادراك الخصائص المشتركة بينها .
- ب) تسمح بالتنظيم والربط بين الوقائع والظواهر ، فعن طريق المفهومات ترتبط الوقائع ، وتتشابك ، ولا تصبح مجرد جزئيات متناثرة .
- ج) تساعد على انتقال أثر التعلم ، فالطفل الذي يعرف مفهوم الطائر يمكنه أن يتعرف على أي طائر حتى ولم يسبق له رؤيته أو دراسته .

ثالثاً : النظريات العلمية : Scientific Theories =====

النظرية هي بناء متكامل من الفروض والقوانين القائمة على الملاحظة المباشرة والقوانين النظرية التي تستخدم في تفسير مجموعة من الظواهر الطبيعية، والنظرية لا يمكن 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 في طرق تدريس العلوم ، جامعة الأزهر ، كلية التربية ، السنة الثالثة ، ١٩٨٧ ، ص ٦٥-٦٠ .

يمكن أن تتغير ، كما أن الفروض معرضة للتعديل أو التغيير في ضوء ما يستجد من ظروف وأدلة جديدة كافية (سمة العصر) . فيمكن أن يطرأ تعديـل أو تغيير أو رفض للنظرية (١)

وبلفظ آخر فالنظرية هي فكرة مناسبة ومفضلة ، تستخدم لربط مجموعة من الوقائع المستقلة فيما بينها .
فالنظرية بناء يوحد مجالا من مجالات البحث العلمي . وهي تقدم خطة موحدة لتفسير مجموعة كاملة من الوقائع التي تبدو وكأنها لارابط بينها . (٢)

عمليات العلم :

تحظى عمليات العلم بمكانة وأهمية كبيرة في 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 التي يقوم بها التلميذ أثناء إجراء هذه العمليات سيتمكن من جمع المعلومات وتحصيلها بدلاً من الاستماع الى هذه المعلومات من المدرس وحفظها والاختبار فيها .

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

ولقد أشار الاتحاد الأمريكي لتطوير العلوم (AAAS . 1977) في تقريره إلى أن عمليات العلم هي 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 في طرق تدريس العلوم ، جامعة الأزهر ، كلية التربية ، السنة الثالثة ، ١٩٨٧ ، ص ٥-٦

(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 في المناشط العلمية ، سواء أكانت طبيعية أو بيولوجية أو اجتماعية ، بالإضافة الى قابلية انتقال أثر تعلمها من منشط علمي إلى منشط آخر ، فإذا ماتعلمها الفرد في مادة الفيزياء فإنه يستطيع أن يستخدمها في الكيمياء أو في التاريخ الطبيعي أو غيرها من المواد الدراسية .

ويضيف أوكي Okey الى قول جانيه بأن أكتساب هذه العمليات لن يفيد التلميذ في 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 هي التي تتمركز حول المتعلم ، حيث يكون نشطاً مشاركاً في بناء الجانب المعرفي ، بهدف الوصول الى تعلم إبتكاري يكتسب فيه المتعلم العديد من المهارات والعمليات التي تظل صاحبة له بعد التخرج . وبهذا يصبح المتخرج قادراً على حل المشاكل بنفسه ، مستخدماً تلك المهارات والعمليات العقلية . (٢)

وقد أشار بارو (Barrow. 1979) الى أن فهم التلميذ لبيئته ، وتنمية قدرته على التفكير في ظواهر هذه البيئة يتوقف على مقدار ما يكتسبه من مهارات عقلية متمثلة في 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 السببي لتلاميذ المرحلة

(١) حسين سليمان قوره : الأصول التربوية في 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 برنامجاً في عمليات العلم التكاملية لمدة أسبوعين من خلال منهج العلوم العامة . (١)

كما أشار كروكوفر (Krockover, 1977) إلى أن أفضل طريقة لمساعدة التلاميذ على حل مشاكل الحياة اليومية يتمثل في إمدادهم بكافة الفرص والوسائل ، لمواجهة المشكلات ، ووضع القرارات . ويتأتى ذلك من خلال التفاعل مع الأدوات والأجهزة والأنهماك في الأنشطة المختلفة في العلوم والرياضيات بغية اكتساب مايسمى بعمليات العلم ، وهي المهارات العقلية اللازمة لحل المشكلات (١) .

كما يرى كابن Kaplan أن مهارات البحث العلمى تمثل أحد الجوانب الأساسية المكتملة للمعرفة العلمية ، حيث أنها تمثل تلك العمليات التى تتضمن مهارات عقلية ومعلومات يستخدمها الطالب للوصول الى حل مشكلة موضع الدراسة ، أى أن مهارات البحث العلمى تعبر عن الجوانب السلوكية لعملية التفكير العلمى ، فالشخص الذى يمارس التفكير العلمى هو فى الواقع يمارس سلوكاً هادفاً وموجهاً بطريقة موضوعية نحو دراسة الموقف بكل أبعاده وحقائقه بقصد الوصول الى تفسيرات يتضح فيها العلاقات التى يتضمنها الموقف (٣)

تصنيف عمليات العلم :

لقد قام الاتحاد الأمريكى لتقدم العلوم عام ١٩٦٢م (AAAS) بتحديد عمليات العلم بثلاث عشرة عملية وصنفها الى نوعين هما :-

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

وهذه تشمل ثمانى عمليات هى :

١- الملاحظة Observing ٢- التصنيف Classifying

(١) المرجع السابق : ص ١١-١٢

(٢) المرجع السابق : ص ١٠

(٣) ماجدة حبشى محمد محمد سليمان " تقويم اكتساب طلاب قسم التاريخ الطبيعى بكليات التربية لمهارات البحث العلمى " رسالة ماجستير - جامعة الإسكندرية ، كلية التربية ، ١٩٨٢ ، ص ٢٢-٢٣

- 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

ثانياً: عمليات العلم التكاملية: Integrated Science Processes.....
=====

- ١- التحكم في المتغيرات: Controlling Variables
٢- تفسير البيانات Interpreting Data
٣- فرض الفروض Formulation Hypothesis
٤- التعريف الأجرائي Defining Operationally
٥- التجريب Expermenting

وقد أوضح الاتحاد الأمريكي لتقدم العلوم أن عمليات العلم الأساسية تستخدم في الصفوف الأربعة الأولى من المدرسة الابتدائية (التعليم الأساسي) ، أما عمليات العلم التكاملية تستخدم في الصفوف الأعلى .

ويلاحظ أن عمليات العلم تمثل تنظيمًا هرميًا بحيث إن استخدام العمليات التكاملية يتطلب إتقان ماسبق من العمليات الأساسية ، كما أن عمليات العلم التكاملية تجمع مجموعة من العمليات الأساسية .

تعريف عمليات العلم :

عرف كل من سلام سيد أحمد سلام وصفية محمد أحمد سلام (١٩٨٣) عمليات العلم كما يأتي : (١)

(١) الملاحظة :

وهي العملية التي تستخدم فيها حاسة أو أكثر (البصر ، الشم ، اللمس ، السمع ، التذوق) ، للتعرف على وتسمية صفات الأشياء أو الأجسام أو الظواهر .

(١) سلام سيد أحمد سلام، صفية محمد أحمد سلام: "عمليات العلم، تعلمها وقياسها"

(٢) عملية استخدام العلاقات المكانية والزمانية :

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

(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 .

(٥) عملية القياس :

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

(٦) عملية الاتصال :

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

(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) .

(٨) عملية الاستنتاج :

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

(٩) عملية فرض الفروض :

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

(١٠) عملية التعريف الإجرائي :

وهي عملية وصف الجسم أو الحدث أو النظام بأوصاف يمكن أن تلاحظ أو تقاس أو تفعل . أي أنها هي عملية الاخبار بالتحديد عما يفعل أو يلاحظ عندما نعرف مادة أو مفهوماً أو وحدة قياس أو عملية أو خاصية ، سواء أكانت كمية أو كيفية .

(١١) عملية ضبط المتغيرات :

وهي العملية التي تحدث عندما ينشط عامل أو متغير في تجربة ما ، في حين تثبت بقية المتغيرات والعوامل ، حتى يمكن دراسة أثر هذا العامل المتغير على العامل التابع .

(١٢) عملية تفسير البيانات :

وهي مهارة مركبة تتكون من مهارة الاتصال والتنبؤ والاستنتاج . وهي تستخدم لتفسير البيانات في أي صورة من الصور .

(١٣) التجريب :

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

ويعرف جيغا (Gega 1977.....)^(١) عمليات العلم كما يأتي :

عملية الملاحظة :

عبارة عن إدراك وتمييز الحواس .

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 .

مثل : اللون ، الشكل ، الحجم ،

عملية القياس :

عبارة عن التصنيف فى الخواص بطريقة كمية .

عملية الاتصال :

ويعنى وضع البيانات أو المعلومات التى حصلنا عليها من ملاحظتنا فى شكل آخر

بحيث يمكن للشخص فهمه .

عملية الاستنتاج :

وهى عملية تفسير أو كتابة الاستنتاجات مما لاحظناه .

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 خاصة،

أو على أساس حجمها وأهميتها . (P: 104)

عملية الاتصال :

وهى عملية نقل الأفكار أو نقل الاحساس من أحد الأشخاص لآخر خلال الإشارة

بتعبيرات الوجه ، النغمة ، درجة الصوت ، كما ينضح من الحديث ، أو بوسائل

ثانوية مثل الكتابة ، التليفون ، التلغراف ، الراديو ، التليفزيون (P.299-300)

عملية القياس :

وهى عملية تحديد الكمية أو قيمة الشيء بالضبط أو بالتقريب بأستخدام معيار أو مقياس

مرجعى (P: 357)

عملية التنبؤ :

وهى عبارة عن تقدير الاتجاه أو الميل المستقبلى للحدث على أساس الخبرة السابقة .

(P: 433)

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

عملية الاستنتاج :

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

كما يعرف أسلر (Esler, 1977.....) عمليات العلم كما يأتي :-

عملية التصنيف :

• وفيها يصنف المتعلم الأشياء والأفكار طبقاً لمجموعة من الخواص

عملية الاتصال :

• وفيها يصف المتعلم الأشياء أو الأحداث في تفصيل أو بناء من المنحنيات أو الخرائط

عملية الاستنتاج :

• وفيها يقترح المتعلم مجموعة من الشروط أكثر من التي يلاحظها

عملية القياس :

• وفيها يكتشف الطفل وحدات القياس المناسب للطول والمساحة والحجم والزمــــن ،
والوزن الخ

عملية الملاحظة :

• وفيها يسمى المتعلم خواص الأشياء أو الأحداث باستخدام كل حواسه

عملية التنبؤ :

• وفيها يتنبأ المتعلم بحدث في المستقبل من مجموعة من البيانات أو المنحنيات (١) .

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

ومن التعريفات السابقة خلصت الباحثة بالتعريف التالي لعمليات العلم :

- ١- عملية الملاحظة :
هى العملية التى تستخدم فيها حاسة أو أكثر (السمع - اللمس - البصر - الشم) ،
للتعرف على وتسمية الأشياء أو الأجسام أو الظواهر .
- ٢- عملية الاستنتاج :
هى العملية التى يقوم فيها الفرد بربط ملاحظاته لظاهرة معينة بمعلوماته السابقة عنها ،
ثم يصدر حكماً معيناً يفسر به هذه الملاحظات .
- ٣- عملية التصنيف :
هى العملية التى يقوم فيها الفرد بتقسيم بعض الأشياء أو الأجسام أو الظواهر فى
مجموعات تبعاً لخاصية أو صفة مشتركة .
- ٤- عملية الاتصال :
هى العملية التى يقوم فيها الفرد بنقل ملاحظاته ونتائج تجاربه وأفكاره العلمية للآخرين
- شفوية أو مكتوبة أو فى صورة عبارات أو رسوم بيانية أو خرائط أو معادلات رياضية
وكيميائية وغير ذلك من وسائل الاتصال العلمى .
- ٥- عملية التبصُّو :
هى العملية التى يستخدم فيها الفرد معلوماته السابقة ومشاهداته الحالية للتكهن بحدوث
ظاهرة أو حدث فى المستقبل .
- ٦- عملية القياس :
هى العملية التى تستخدم فيها أدوات القياس ، للحصول على ملاحظات كمية مثل قياس
الأطوال والمساحات والحجوم والكتل ، حيث توجد وحدة معيارية لمثل هذه القياسات .
- ٧- عملية استخدام العلاقات المكانية / الزمانية :
وهى العملية التى يتم خلالها وصف الأحداث والظواهر التى تحدث فى الكون لتحديد
مكان وزمان حدوثها ووصف معدلات التغير فى الموضع والزوايا ، كما أنها تشمل تعلم
السرعات الخطية والزاوية .
- ٨- عملية استخدام الأرقام :
هى العملية التى يتم خلالها ترتيب الأرقام وجمعها وضربها وقسمتها وإيجاد المتوسطات

والكسور ومعدلات التغير .

٩- عملية التحكم في المتغيرات :

هي العملية التي تحدث عندما ينشط عامل أو متغير في تجربة ، في حين تثبت بقيسة المتغيرات والعوامل ، حتى يمكن دراسة أثر هذا العامل المتغير على العامل المستجيب

١٠- عملية فرض الفروض :

هي عملية صياغة تعميم قابل للاختبار ناتج عن مجموعة من الملاحظات والاستنتاجات .

١١- عملية التعريف الاجرائي :

هي عملية وصف الجسم أو الحدث أو النظام بأوصاف يمكن أن تلاحظ أو تقاس أو تفعل أي أنها عملية الاخبار بالتحديد عما يفعل أو يلاحظ عندما تعرف مادة أو مفهومًا أو وحدة قياس أو عملية أو خاصية سواء أكانت كيفية أو كمية .

١٢- عملية تفسير البيانات :

هي مهارة مركبة من مهارة الاتصال والتنبؤ والاستنتاج ، وهي تستخدم لتفسير البيانات في أي صورة من الصور .

١٣- التجريب :

هي العملية التي تشمل جميع عمليات العلم الأساسية والتكاملية التي سبق تعريفها، بمعنى أن كل العمليات السابقة تتم خلال هذه العملية .

مهارات عمليات العلم :

" هي تلك المهارات العقلية التي تتضمنها عملية البحث والاستقصاء ، والتي 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 " .^(١)

وبمراجعة البحوث والدراسات السابقة التي تعرضت لتحليل عمليات العلم الى مهاراتها

السلوكية مثل : روبرت س . تانييوم (٢) ، (جيجا 1977 Gega) (٣)

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

(٢) صبرى الدمرداش: سلسلة المراجع في تدريس العلوم ، مرجع سابق ، ص٦٥-٧١

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

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

حللت الباحثة كل عملية من عمليات العلم الى مهاراتها السلوكية كما يلي :-

١- 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 في الأشياء أو الظواهر .
- صياغة الملاحظات بصورة كمية ما أمكن .
- تحويل الملاحظات إلى تسجيلات مفيدة للآخرين .
- التمييز بين العبارة القائمة مباشرة على الملاحظات ، وتلك التي تعتبر بمثابة تعميم أو استنتاج .

٢- مهارات عملية التصنيف :

- تحديد الخواص التي تستخدم كأساس لتصنيف بعض الأشياء مثل اللون والتركيب والشكل
- تصميم نظام تصنيف ذي 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 .

٣- 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 ١٥ - ٢٦

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

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

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

٤- مهارات عملية الاتصال :

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

٥- مهارات عملية الاستنتاج :

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

٦- مهارات عملية التنبؤ:

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

- التنبؤ باستخدام المنحنيات والرسوم البيانية .
- استخدام الحجج والبراهين والادلة التي تبرر التنبؤ ، وتؤكدده .
- التمييز بين الملاحظة والاستنتاج والتنبؤ .

٧- مهارات عملية استخدام الأرقام :

- استخدام الأرقام للتعبير عن فكرة أو ملاحظة أو علاقات ، وذلك بالتعرف على الفئات والأعداد التي تتكون منها .
- ترتيب الأرقام وجمعها وضربها وقسمتها .
- استخدام الأرقام العشرية والأعداد الكبيرة .
- إيجاد المتوسطات ومعدلات التغيير .

٨- مهارات عملية استعمال العلاقات المكانية والزمانية :

- وصف العلاقات المكانية ، وكذلك علاقة المكان بالزمان .
- استخدام علاقات المكان والزمان في وصف البيئة الطبيعية .
- عمل رسومات لأشكال ثنائية وثلاثية الأبعاد .
- التعرف على خط التماثل للأشكال ثنائية الأبعاد ، و سطح التماثل للأشكال ثلاثية الأبعاد .
- التعرف على الأشكال ثلاثية الأبعاد من خلال ظلالها .
- وصف معدلات التغيير في الموضع والزوايا .
- تحديد السرعة الخطية لشيء متحرك .

٩- مهارات التحكم في المتغيرات :

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

١٠- مهارات عملية تفسير البيانات :

- استخدام البيانات لعمل عمليات اتصال وتنبؤ واستنتاج وفرض فروض .
- وصف المعلومات المقدمة في جدول أو رسم بياني .

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

١١- مهارات عملية فرض الفروض :

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

١٢- مهارات عملية التعريف الإجرائى :

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

١٣- مهارات عملية التجريب :

- وضع المشكلة فى صورة سؤال مطلوب الاجابة عليه .
- التعرف على العوامل (المتغيرات) المستقلة والتابعة .
- وضع الفرض الذى يراد اختباره ، أو التساؤل الذى يراد الاجابة عليه ، وذلك بناء على البيانات المعطاه .
- تصميم وإجراء اختبار للتعرف على صحة الفرض أو الاجابة على التساؤل .
- 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 .

أهمية تعلم عمليات العلم :

تتضح أهمية تعلم عمليات العلم مما يلي * :

- أكساب التلميذ لعمليات العلم يضع قدمه على بداية الطريق نحو فهم الطبيعة الاستقصائية للعلم وإدراك أن ما نتوصل اليه من نظريات وهيكل إداركية انما يعتمد على عملية البحث والاستقصاء وما تتطلبه وتتضمنه من مهارات .
- تساعد مهارات عمليات العلم التلاميذ على التعامل الذكي ، 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 الذي لا يتأثر بالزمن نسبياً ، فهي لا تعتمد على القدرة على التذكر من ناحية ، كما أنها لا ترتبط بموقف بذاته أو معلومات محددة ، ومن ناحية أخرى فهي تعتبر مهارات سلوكية عامة .
- اكتساب التلميذ لتلك المهارات يساعده على التعلم الذاتي 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 مصدراً لخبرات مباشرة تمثل الصورة المادقة لطبيعة العلم .
- يتيح الفرصة للتلميذ في أن يشارك مشاركة فعالة في 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 ٥٥-٥٦

(٢) محمد صابر سليم : مرجع سابق ، ص ٤٩

أثرها من الطبيب الذي يقيس الفروق الدقيقة لدرجة حرارة المريض حتى يمكن تشخيص المرض بدقة الى المهندس الذي يجرى عمليات القياس لبناء ناطحات السحاب أو تشييد القناطر والخزانات .

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

كيفية تعلم عمليات العلم :

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

- ١- إحاطة المتعلم بمواقف حقيقية ، يستطيع من خلالها أن يجرب بنفسه ويحاول ، ويرى ما يحدث ويتساءل ويضع بنفسه الأجابات الخاصة بأسئلته ، ويقارن بين ما يجده هنا وما يجده فى موقف آخر ، ويناقش زملاءه فيما يصل إليه ، ويتفق معهم أحياناً ، ويختلف معهم أحياناً أخرى .
- ٢- أن نضع المتعلم فى موقف يحتوى على مشكلة تتحدى فكرة بطريقة معقولة وتشير لديه الدافع للبحث عن حل لهذه المشكلة .
- ٣- أن يوازن المعلم بين تزويد المتعلمين بالمعلومات العلمية وبين إعطاء التلاميذ الفرصة لممارسة الأنشطة التى يكتشفون فيها بعض هذه المعلومات بأنفسهم .
- ٤- أن التعلم يكون ذا فاعلية عندما ينتقل أثره ، ويؤدى إلى تعميم فى خبرات الفرد، ولكي يحدث هذا الانتقال فى أثر التعلم فإن المتعلم ينبغى أن يطبق ما يتعلم فى

(١) حسن حسين زيتون . طبيعة العلم . طنطا: دار المطبوعات الجديدة ، ١٩٨٢

• مواقف جديدة ومتنوعة

أما جالاجهير (Gallegher 1979)^(١) فيقدم وجهتي نظر في طريقة تعليم

التلاميذ عمليات العلم وهما :

أولا : وجهة النظر المبنية على المنهج التفاعلي The interactionist.....

والتي تعتمد على نظريات بياجيه Piaget ونظريات التعلم المهمة بتنظيم المعلومات وفيها يبدأ التعلم بتعامل المتعلم مع الأدوات والأشياء والكائنات الحية في محيط بيئته . وينتج التعلم عندما يحاول المتعلم الوصول إلى اتزان بين خبراته الحالية والتكوين الذهني الناتج من خبراته السابقة . كما تؤكد وجهة النظر هذه على أن المتعلم يتعلم من خلال العمل أو الأداء . وتعتبر الخبرات المباشرة والأنشطة أمراً أساسياً لحدوث أو لاتمام التعلم .

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

Cultural Transmission

وفي هذه الحالة تكون المناهج الدراسية عبارة عن المكونات الهامة للثقافة (الأجزاء المختارة من الرياضيات ، العلوم ، التاريخ ،) ، وتنظم هذه المكونات في وحدات ، وترتب في صورة مناهج ، للوصول إلى أفضل تعلم من خلال تقديمها للتلاميذ . ويعتمد التعليم هنا على التدريس من خلال اللقاء ، مع تسلسل المكونات ، والاهتمام بالنقاط المهمة من جانب المعلم ، والانتباه والتدريب والتشجيع والحفز ، ثم المراجعة والاهتمام بالامتحانات من جانب المتعلم .

ويتعلم التلميذ عمليات العلم بالاشتراك والتفاعل في موقف تعليمي مبني على أساس وجهتي النظر السابقتين .

(1) Gallegher, J. James. " Basic Skills Common to Science and mathematic School Science and Mathematics.

V. XXI, N.8, 1979, PP: 555 - 566.

واقترح أتكنينا كارپلس^(١) (Atkina Karplus: 1968) ثلاثة خطوات

لأتمام دورة التعلم الكاملة لعمليات العلم وهي :-

- 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 :

لخصى (Gallagher 1979) 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- لا بد 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 حافزا للمزيد من التعلم .
- ٣- يتعلم التلميذ عمليات العلم من خلال قيامه بالعمل : أى الأداء للتدريبات ، وممن خلال مناقشته عنه ، وتفكيره فى أداء العمليات . ويقتصر دور المعلم على إتاحة

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

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

- الفرص لعدد من الأنشطة والتدريبات والمناقشات والاستجابات من جانب التلميذ .
- ٤- ينتقل أثر تعلم المهارة من محتوى دراسي الى آخر ، ولهذا يفضل أن تدرس عمليات العلم من خلال أكثر من منهج دراسي (مثل العلوم والرياضيات) على أن يراعى المعلم إتاحة الفرصة للمتعلم لاستعمال هذه العمليات بعد تعلمها في مواقف جديدة .
- ٥- عملية التعلم عملية بطيئة : وإذا كانت المهارات اليدوية مثل العزف على البيانو تحتاج الى التدريب المستمر لساعات طويلة يومياً ولعدة سنين . فليس هناك سبب لعدم الاعتقاد بأن المهارات العقلية لا تحتاج لنفس الوقت لاكتسابها ، ولهذا فإن على المعلم مراعاة أن عنصرى الوقت والتشجيع ضروريان لاكتساب التلاميذ لعمليات العلم .

ويقول بتس^(١) (Butts, 1973) للمعلم ، أنه عند التخطيط لتدريب

تلاميذك على عمليات العلم قم بالآتى :-

- ١- حدد ماسوف يتعلمه التلميذ .
- ٢- اقرأ بعناية حول الموضوع ، وحدد الأنشطة ، وصمم خطة موجزة لما سوف يفعلـه التلميذ فى كل نشاط .
- ٣- حدد الأغراض الرئيسية فى كل نشاط ، وسوف تجد أكثر من نشاط واحد لكل غرض، ولكن من المستحسن اختيار نشاط واحد لكل غرض .
- ٤- 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 .
- ٥- وتعتبر أهم خطوة هى أن تقوم بنفسك بتأدية هذا النشاط قبل أن تدرب عليه التلاميذ .
- ٦- حدد الزمن الذى سىكمل فيه التلميذ كل نشاط ، نظم الفصل بحيث يعمل فيه كل تلميذ على حده - نظم المجموعات الصغيرة أو الكبيرة - نظم طريقة المناقشة مع المجموعة ككل .

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