أولا- طبيعة العلم:

لكل فرع من فروع المعرفة طبيعته الخاصة والتي تميزه عن غيره من فروع المعرفة الإنسانية الاخرى ، وهذه المميزات تشمل ميادينه وأهدافه ومسلماته وطرق البحث فيه والمحتوى النظري له وبنيته التركيبية.

فالعلوم تتحدث عن الفيزياء والكيمياء والأحياء اما اللغة العربية فتتحدث عن النحو والصرف والشعر والنثر وغير ذلك .

وقد قام فلاسفة العلم ببناء نماذج ووضع الاستراتيجيات لتوضيح طبيعة العلم وتركيبه وبيئته، بهدف النهوض بتدريس العلوم وتطويره و تحديثه ممثلا ذلك ببناء مناهج حديثة وعلوم وأيضا إرساء طرق واتجاهات واضحة في ميدان تدريس العلوم والتي من شانها النهوض بالجوانب الفكرية و القيمية و التحصيلية للطلبة في المراحل التعليمية الثلاث الابتدائية والإعدادية و الثانوية

وقد لاحظنا هذا التطور في كل مجالات العلوم والاكتشافات والاختراعات الضخمة والتي ساعدت الانسان في كل مجالات الحياة.

ويعتبر نموذج طبيعة العلم الذي اقترحه فيلسوفا العلم صند وكارين Sund &carin في عام ١٩٧٤م من أكثر النماذج وضوحا وتحديدا لطبيعة العلم واستنادا الى هذا النموذج تعتبر طبيعة العلم بأنها تركيب بنيوي يتكون من اتحاد عمليات ونواتجه ويبرز من هذه العلاقة مكونا اخر في نموذج طبيعة العلم وهو الطرق الاستقصائية التي تساعد العلماء في اكتشاف نواتج علمية جديدة لدى دراستهم الظواهر الطبيعية في العالم المحيط بهم .

ويؤكد نموذج صند وكارين لطبيعة العلم ان عمليات العلم تتشكل من الاتجاهات العلمية وطرق العلم الاستقصائية وأما نواتج العلم يتكون من المعرفة العلمية المنظمة التي يتوصل اليها العلماء باستخدام طرق العلم الاستقصائية اثناء انشغالهم بدراسة الظواهر الطبيعية وتشتمل على الحقائق والمفاهيم والتعميمات والقوانين والنظريات العلمية ويوضح الشكل نموذج طبيعة العلم لواضعيه كل من صند وكارين ويبرز من التفاعل بين عمليات العلم ونواتجه علاقة تفاعلية نستدل منها اننا لايمكننا نزع عمليات العلم عن نواتجه فهما شيء واحد متكامل يعطي المعنى لمفهوم العلم

فالعالم يعمل بعمليات العلم خلال العملية الاستقصائية التي تساعده في دراسة الظواهر الطبيعية في مجاله وهو يسعى لحل الاشكاليات التي يلاحظها في هذه الظواهر ويتوصل الى نواتج(معرفة) علمية جديدة صادقة اثبت صحتها بالتجريب العلمي ويضيف العلم هذه المعرفة العلمية المكتشفة الجديدة الى ما هو متوافر منها في مجالها وبذلك ينمو جسم العلم ويتطور ويتسع وتفيد العلاقة التفاعلية بين عمليات العلم ونواتجه في توضيح دور المعرفة العلمية الجديدة في مساعدة العالم في القيام بمزيد من الاستقصاءات للظواهر الطبيعية وبالتالي اكتشاف معرفة علمية جديدة تضاف الى جسم العلم وتستمر هذه الدورة فينمو جسم العلم المعرفي ويزدهر و توضح لنا من دراسة نموذج طبيعة العلم ان عمليات العلم ما هي إلا الاتجاهات العلمية مثل حب الاستطلاع و الشكية والتواضع وما الى ذلك وأيضا الطرق العلمية يستخدمها في استقصاء الظواهر الطبيعية مثل فرض الفروض وجمع البيانات والتجريب العلمي والاستنباط وما الى ذلك .

مفهوم العلم : Science concept

ليس هناك تعريف واحد محدد للعلم يتفق عليه الباحثون والمختصون ومن تلك التعاريف .

١- العلم :- هو كل منظم من المعرفة التي تتضمن الحقائق والمفاهيم والقوانين والنظريات والمبادئ وهذا التعريف يؤكد على الجانب المعرفي للعلم وينظر إلى العلم بكونه مادة .

٢- العلم :- وهو عبارة عن طريقة للبحث والتفكير وهذا التعريف يؤكد على الطريقة العلمية في البحث في تعريف العلم وينظر إلى العلم بكونه طريقة .

العلم : وهو تنظيم المعرفة والمعلومات التي تم إيجادها عن طريق البحث والتفكير وفقاً لأسس وقواعد معتمدة وهذا التعريف يؤكد على التكامل بين المادة (المعرفة العلمية) والطريقة (البحث العلمي) أي ينظر إلى العلم بكونه مادة وطريقة .

ولعل سائل يسأل ما هي النتائج الايجابية في العملية التعليمية عند النظر الى العلم على انه مادة وطريقة ؟

ان الاجابة على هذا السؤال تتضمن الجوانب الاتية :

١- اهداف تدريس العلوم : سوف لا تقتصر تلك الاهداف على تنمية الجانب المعرفي للتلميذ بل تتعداه الى تنمية الجانب المهاري والوجداني .
٢- مفهوم المنهج : سوف يشمل المنهج جميع الخبرات التي تقدمها التربية العلمية للتلميذ لغرض تنميتهم في مختلف الجوانب ومساهم في تنمية المجتمع الذي يعيشون فيه .
٣- سوف تهتم تلك الطريقة بإجابية التلميذ ونشاطه ومشاركته في العملية التعليمية ، وتهتم بتدريب التلاميذ على التعلم بأنفسهم ، والتعلم عن طريق الاكتشاف واستخدام اسلوب حل المشكلات .
٤- التقويم : سوف يصبح التقويم اداة لمعرفة مدى تحقق الاهداف بحيث يساعد على التغلب على نقاط الضعف فيها مما يساعد على تقدم العملية التعليمية .

مكونات العلم :

يمكن القول ان العلم يكون من ثلاث مكونات رئيسية هي :

١- بنية العلم :
يتكون العلم من الحقائق والمفاهيم والتعميمات والقوانين والنظريات التى ترتبط فيما بينها ارتباط وثيق،بحيث تكون شبكة من العلاقات الافقية من جهة والعلاقات الراسية من جهة اخري.

٢- عمليات العلم : وتتضمن كلا من :
- عمليات العلم الاساسية .
- عمليات العلم التكاملية .

٣- اخلاقيات او ظوابط العلم .

اذ يتم الحكم على المعلومات الجديدة في ضوء عدد من المعايير المتفق عليها وهي :
- القابلية للاختبار لا تضاف اي معلومة الى رصيد المعرفة العلمية الا بعد اختبار مصداقيتها .
- الموضوعية : و هي عكس الذاتية وتعني انتزاع الذات من الموقف او الظاهرة او الحدث موضوع الدراسة .
- العالمية : المعرفة العلمية ليس لها دين او وطن او جنس او عرق وهذا يتطلب بالضرورة تبادل المعرفة العلمية بين العلماء .
- الامانة العلمية :ان الامانة العلمية تقتضي ان يتوخى العالم الدقة في الوصف وتسجيل الاحداث والملاحضات والظواهر وان يرجع العالم المعرفة العلمية الى مكتشفها وبهذا تحقق الامانة العلمية الموضوعية .

وفيما باتي شرح مفصل للمكونين الاول والثاني

اولا : بنية العلم (المكون المعرفي للعلم):

يمثل البناء المعرفي بشكل هرم يبين العلاقة بين المعارف العلمية ومستوياتها :

١- الحقائق العلمية

تبدأ المعرفة العلمية بالحقائق وهى معلومات غاية في البساطة يحصل عليها الانسان من خلال الملاحظة ولعل السمة الرئيسية للحقيقية هي التكرار في الحدوث بما يحقق لها نوع من الثبات النسبي ضمن قدرة الانسان على استخدام حواسه.

وبما ان حواس الانسان هى النوافذ التي يطل من خلالها على ما حوله من احداث وظواهر فان تعرفه للحقائق العلمية تعتمد بدرجة كبيرة على دقته في استخدام الحواس.

عن طريق حاسة الشم يستطيع الانسان معرفة ان بعض الازهار تعطي رائحة جميلة وبتراكم تكرار هذه الخبرة تتولد لديه معرفة بهذه الانواع وبالتالي يستطيع تعرفها حتي ولولم يراها.

وتختلف الحواس من انسان الى اخر.

ورغم ما تتصف به الحقائق من الثبات ،إلا أن هذا الثبات يكون ثبات نسبي وليس ثبات مطلق فقد تتعرض الحقائق العلمية إلى التعديل أو التغيير أو التخلي عن بعضها كلية في ضوء تغيرات الزمن والظروف وظهور أدلة وبراهين جديدة تبين خطأ هذه الحقائق ومن هذا يتضح أن العلم من خلال هذه الخاصية يمكن أن يصحح نفسه بنفسه ،ولذلك فإن العلماء عندما يتوصلون عن طريق ملاحظاتهم الدقيقة وخبراتهم الكافية وأساليبهم التجريبية إلى اكتشاف حقائق معينة يفردون معها أيضا الظروف والعوامل الخاصة بها والطرق والأساليب التي استخدموها ومكنتهم من التوصل إلى هذه الحقائق.

٢- المفاهيم العلمية:

عرف صند وترو برج المفهوم علي انه الصور العقلية التي تتكون لدي الفرد عن المدركات الحسية بمعني ان المدركات الحسية المتشابهة في بعض الخواص تكون لدي الفرد صورة عقلية لها . لذا فالمفهوم اكثر من مجموعة من الحقائق المنظمة .

بل هو بناء عقلي ناتج من تصنيف الحقائق من قبل المتعلم.

فالمفاهيم هي بني عقلية تجعل الحقائق داخل المفهوم ذات معني .

المفهوم صورة عقلية يكونها الفرد عن شيء ما.

فاذا اخذنا مثالا فالخلية في حد ذاتها ليست مفهوما بل هي شيء حسي ولكن الصورة العقلية عن الخلية المكونة من معرفة خصائصها هي المفهوم .

ان مثال اخر الصورة الذهنية التي تتكون لدي الاطفال عن السيارة او الكرسي او الطاولة او أي شيء اخر من المدركات الحسية لا تتكون الي عن طريق الصفات المشتركة او السمات المميزة لهذا المدرك الحسي .

فهناك صفات مشتركة مميزة بين جميع السيارات بغض النظر عن انواعها او الاختلافات بينها فعلي سبيل المثال تشترك كل السيارات في بعض الصفات اوالسمات مثل وجود جسم حديدي ومقود وعجلات وهي صفات مشتركة بين جميع السيارات .

في ضوء ما سبق يمكن تعريف المفهوم علي انه المجموعة من المعلومات التي توجد بينها علاقات عن شيء معين تتكون في الذهن وتشتمل على الصفات المشتركة والمميزة لهذا الشيء .

انواع المفاهيم العلمية

تختلف المفاهيم حسب الحقائق والمعلومات التي تعالجها وهي من حيث مصدرها وطريقة وتكوينها تصنف الي نوعين هما:

- مفاهيم مشتقة من مدركات حسية جامدة مثل مفهوم الخلية والمغناطيس والعدسة والفلز والصخر والرمل .
- مفاهيم مشتقة من العمليات مثل نظرية الحركة الجزيئية،

وهذا النوع من المفاهيم اكثر صعوبة لأنها تعتمد على عمليات عقلية عليا بينما يعتمد النوع الاول علي المدركات الحسية المباشرة فتعلم النوع الثاني يحتاج الي قدرة اكثر علي التجريد كما يحتاج ايضا الي مهارة الاتقان نظرا لما يتطلبه هذا النوع من توافر خبرات عديدة تسبق تكوين هذا النوع من المفاهيم .

ومن الامثلة علي هذا النوع العجلة والترسيب والضغط الاسموزي والخاصية الشعرية والكثافة والجاذبية الارضية .

وهناك تصنيفات اخري للمفاهيم لأنها لا تتعلق جميعها بمدركات حسية فهناك مفاهيم مجردة مثل الديمقراطية والحرية والعدالة والتقوي والتضخم الي اخره

فمهوم الحرية علي سبيل المثال يختلف من شخص لآخر فهي في دولة اسلامية تختلف عنها في دولة غير اسلامية .

المفاهيم المركبة من مفاهيم بسيطة مثل الكثافة التي تشتق من مفهومي الكتلة والحجمولا يمكن ادراك هذا المفهوم الكثافة الا بادراك مفاهيم الكتلة والحجم

تصنيف المفاهيم العلمية:

مفاهيم بسيطة:-

وهى المفاهيم التى تشتق من المدركات الحسية مثلا : النبات والحمض والخلية.

مفاهيم مركبة:-

وهى مفاهيم تشتق من المفاهيم البسيطة مثل:الكثافة والسرعة والجاذبية الارضية وغير ذلك.

مفاهيم تصنيفية:-

وهى المفاهيم المشتقة من خصائص تصنيفية مثل الفقاريات واللافقاريات والمخلوط والمركب والكائنات البحرية والكائنات البرية.

مفاهيم عمليات:-

وهى المفاهيم المشتقة من العمليات مثل الترسيب،والتقطير،التكاثر،والتهجين.

٣- التعميمات العلمية:
التعميم العلمي سلسلة مرتبطة من المفاهيم العلمية تصف الظاهرة او الحدث وصفا كيفيا فاذا اخذنا على سبيل المثال المفاهيم الاتية الحمض والسماد والنبات وورقة عباد الشمس الزرقاء فإننا نجد ان هذه المفاهيم الاربعة لا ترتبط مع بعضها بعلاقات ولا تدور حول ظاهرة او حدث علمي بل نجد ان ثمة علاقة توجد بين الحمض وورقة عباد الشمس الزرقاء وكذلك توجد علاقة بين النبات والسماد وعليه يمكن ربط المفاهيم ذات العلاقة على النحو التالي :

يحتاج النبات الي السماد

يغير الحمض ورقة عباد الشمس الزرقاء

فالتعميمات العلمية هنا تتصف بما ياتي

١.الربط بين المفاهيم المتناثرة التي قد لا تشكل بمفردها معني علميا كبيرا.

٢.توظيف التفكير الاستقرائي حيث ان كل تعميم لا يمكن الوصول اليه الا عن طريق مشاهدة حالات جزئية فعلى سبيل المثال لم نتوصل الي التعميم يغير الحمض لون ورقة عباد الشمس الزرقاء الا بتجريب عدد كبير من الحمض وملاحظة اثرها في ورقة عباد الشمس الزرقاء .

٣.توظيف التفكير الاستنباطي فعندما نقول ان المعادن جيدة التوصيل للحرارة يمكن استنباط ان الحديد جيد التوصيل للحرارة أي الانتقال من الكل الي الاجزاء.

٤. وصف الظواهر والاحداث الطبيعية وصفا كيفيا الامر الذي يسهم في فهم ما يدور حولنا في عبارات قليلة جمعت بين مفاهيم عديدة ولذلك نجد ان عدد التعميمات اقل بكثير من عدد المفاهيم .

٤- القوانين العلمية:
القانون العلمي هوسلسلة مرتبطة من المفاهيم تصف الظاهرة او الحدث وصفا كميا.

فالقانون يربط بين المفاهيم بعدد من العلاقات الكمية فإذا اذا نظرنا الى قانون بويل او قانون شارل للغازات نجد ان هذه القوانين تربط بين مفاهيم الحجم والحرارة والضغط.

قانون بويل نجد انه يصف العلاقة بين هذه المفاهيم وصفا كميا على النحو التالى:-

عند ثبوت درجة الحرارة فان حجم الغازات يتناسب عكسيا مع ضغطه .

وفى قانون شارل يربط كميا بين الحجم ودرجة الحرارة.

حيث الحجم يتناسب طرديا مع درجة الحرارة.

خصائص القوانين العلمية

- الجمع بين المفاهيم العلمية بروابط كمية ففي قانون بويل درست العلاقة بين حجم الغاز وضغطه ودرجة الحرارة ودون هذه العلاقة فإنها لن تضيف الي العلم شيئاذا اهمية.
- توظيف الاستقراء من احداث وظواهر عديدة للوصول الى العلاقة الكمية بين العوامل التي تشكل هذه الاحداث والظواهر فعلي سبيل المثال نري ان قانون فراداي الاول الذي يربط بين كمية الكهرباء المارة في محول يوجد في خلية تحليل وكمية المادة المترسبة على القطب السالب بعلاقة طردية فان الوصول الي هذا القانون ما كان ليتم لولا العديد من المشاهدات التي رصدت باستخدام الكثير من المحاليل الالكترونية .
- تقديم وصف كمي للأحداث والظواهر الطبيعية ولكنها لا تقدم تفسيرا لهذه الاحداث والظواهر .
- القوانين العلمية تاخذصفةالثبات النسبي أي ان الاحداث والظواهر الطبيعية التي يعالجها القانون العلمي متكررة الحدوث مثلا اتحاد الهيدروجين مع الاكسجين لتكون الماء كانت النسب الوزنية لهما ١:٨ وهذه النسبة ثابتة مهما اختلف طرق تحضير الماء او الزمان او المكان؟.

٥- النظريات العلمية :

تمثل النظريات العلمية اقصي مراحل الجريد في الربط بين المفاهيم العلمية لتفسير ما يجري من احداث وظواهر .

مثال :

عندما اكتشفت قوانين الاتحاد الكيميائي قانون النسب الثابتة وقانون النسب المتضاعفه وقانون النسب المتبادلة كان لابد من اطار نظري مرجعي يفسر كيفية حدوث ذلك لان القانون العلمي لا يفسر مايحدث لذا لجا العلماء فرض الفروض التي من شانهاتوضيح ما يحدث في التفاعلات الكيميائية لهذا صاغ دالتون نظريته الذرية التي اعتمد فيها على ان العناصر تتكون من ذرات وهي اصغر جزء من العنصر لاينقسم وان ذرات العناصر المختلفة فيما بينها في الخواص وان التفاعلبين العناصر انما هو اتحاد بين الذرات وبنسب عددية ثابته .

لقد ساهمت فروض دالتون في تفسير قوانين الاتحاد الكيميائي ولذا قبلت كنظرية ذرية صحيحة لانها اتفقت مع الواقع أي اصبح هناك اتفاق بين النظري والعملي.

ولكن بظهور ظاهرة التحليل الكيميائي وما تضمنته من تفكيك المركبات الالكترونية الي ايونات موجبة وايونات سالبة فقد عجزت نظرية دالتون عن تفسير هذه الظاهرة واصبح من الضروري البحث عن نظرية اخري يمكنها تفسير قوانين الاتحاد الكيميائي وظاهرة التحليل الكهربائي وجميع الظواهر الكيميائية دون استثناء ولذلك جاءت النظريةالذرية الحديثة التي ما زالت مقبولة حتي الان .

المكون الثاني للعلم :

عمليات العلم :

تعرف عمليات العلم بانها قدرات ومهارات عقلية يكتسبها المتعلم في اثناء تعلمه مشابهة للانشطة التي يقوم بها العلماء اثناء التوصل الى نتائج العلم والحكم على هذه النتائج . وقد حددتها الرابطة الامريكية لتقدم العلوم بثلاة عشر عملية و صنفتها الى نوعين هما :

- عمليات العلم الاساسية :وهي تلك العمليات البسيطة الواقعة في قاعدة التنظيم الهرمي لعمليات العلم والتي تستخدم مع تلاميذ الصفوف الدراسية الاولية لسهولة اكتسابها وتشمل تلك العمليات : الملاحظة ،التصنيف، القياس ، الاتصال ، التنبؤ، الاستنتاج، استخدام علاقة الزمان مكان ، استخدام الارقام .
- عمليات علم متكاملة : تقع في قمة التنظيم الهرمي لعمليات العلم ويحتاج تعلمها الى نضج عقلي وخبرة كبيرين وتتضمن : تفسير البيانات ، التعريف الاجرائي ، ضبط المتغيرات ، فرض الفروض، التجريب .

<u>خصائص العلم :</u>

يتصف العلم والمعرفة العلمية بالخصائص الاتية .

١- الحقائق العلمية قابلة للتعديا والتغير .
٢- العلم يصحح نفسه بنفسه في ضوء الادوات والتقنيات و الاستكشافات العلمية الجديدة .
٣- العلم يتصف بالشمولية والتعميم ، اذ تتحول نتائج البحوث والدراسات العلمية الجزئية او الفردية الخاصة الى معرفة علمية عامة لها صفة الشمول والتعميم و التعميم .
٤- العلم تراكمي البناء حيث توجد دائما معرفة علمية سابقةاو ضرورية لتعلم معرفة جديدة او لاحقة .
٥- العلم نشاط انساني عالمي اي ان المعرفة العلمية هي ملك للجميع .
٦- العلم يتصف بالدقة والتجريد فالباحث يسعى الى تحديد المشكلة المبحوثة اولا ثم يحدد اسئلته التي يحاول الاجابة عنها بشكل دقيق وموضوعي ومجرد ويتوصل الى نتائج يعيدا عن الهوى والذاتية .
٧- العلم له ادواته الخاصة به والمقصود بالاداة هي الوسيلة التي يستخدما الباحث لجمع المعلومات او قياسها .
٨- العلم مدقق اي ان المعرفة العلمية مجربة عدة مرات قبل ان تاخذ موقعها في بناء العلم .
٩- العلم يؤثر في المجتمع ويتأثر به اذ ان المجتمع يتطور بتأثير العلم وتقنياته كما ان العلم ينمو ويترعرع بتأثير الظروف والاتجاهات السائدة في المجتمع .