خطوات المنهج العلمي

يصطنع العلم الحديث – كما رأينا - منهج الاستقراء ، ويتمثل هذا المنهج في عدة خطوات تبدأ بملاحظة الظواهر وإجراء التجارب ثم وضع الفروض التي تحدد نوع الحقائق التي ينبغي أن يبحث عنها وتنتهي بمحاولة التحقق من صدق الفروض أو بطلانها توصلاً إلى وضع قوانين عامة تربط بين الظواهر وتوجد العلاقات بينها .

وسنعرض هذه الخطوات فيما يلي بشيء من التفصيل :-

1- الملاحظة والتجربة :

أ- دور الملاحظة

يبدأ الاستقراء العلمي بملاحظة الظواهر على النحو الذي تبدو عليه بصفة طبيعية. وتنصب الملاحظة في أي علم من العلوم المستقلة على مجموعة الظواهر التي اتخذها ذلك العلم ميداناً له. ففي علم الفلك مثلاً تدور الملاحظة حول حركة الأرض والكواكب ، وفى علم الطبيعة تنصب الملاحظة على خواص المادة ومدى تأثرها بالعوامل الخارجية المختلفة ، وفى علم الاجتماع يهتم الباحث بملاحظة المجتمع وبنيته وظواهره والعلاقات بين أفراده ، وهكذا الحال في كل علم من العلوم .

١. أنها لم تكن مقصودة بذاتها ، فهي تأتي عن غير عمد Unanticipated ذلك لأن الباحث كان يلاحظ ظاهرة أو يسعى إلى تقرير حقيقة ، فاكتشف حقيقة أخرى لم يكن يسعى إليها.

٢. وبأنها تدعو للدهشة (anomalous) لأن الحقيقة الجديدة قد تقلب بعض الحقائق التي تواضع عليها العرف العلمي السائد.

٣. وبأنها تصبح ذات أهمية إستراتيجية من الناحية العلمية Strategic بمعنى أن الحقيقة الجديدة – بعد دراستها ومحاولة التثبت من صحتها – تصل بالباحث إلى رفض نظرية قائمة أو تقرير نظرية جديدة.

ويمكن التمثيل لهذا النوع من الملاحظات بما حدث لنيوتن حينما لاحظ تفاحة تسقط من شجرتها، فاسترعى سقوطها انتباهه ، فشرع في دراسة ظاهرة سقوط الأجسام، وانتهى من دراسته إلى تقرير قانون الجاذبية الأرضية.

ومن الأمثلة الأخرى ما حدث لأحد العلماء السويسريين حينما كان يقوم ببعض التجارب في معمله . فقد كان ممسكا بنهايتي سلكين متصلتين بدائرة كهربائية بها جلفانومتر حساس ، فلاحظ أن إبرة الجلفانومتر تتحرك أحياناً بلا سبب ظاهر ، وقد أثارت الملاحظة اهتمامه فحاول أن يهتدي إلى سبب حدوث هذه الظاهرة ، فتبين له أن إبرة الجلفانومتر تنحرف عندما يكون هو فى حالة انفعالية كالخوف أو التألم وما إليهما ، وبما أن انحراف الإبرة معناه سهولة مرور التيار الكهربائي فى اليد الممسكة بنهاية السلكين ، فإنه استنتج أن الحالة الانفعالية قد ينتج عنها سهولة مرور التيار الكهربائي في جسم الإنسان .

ونكتفي بالأمثلة السابقة للتدليل على هذا النوع من الملاحظة في الوصول إلى حقائق علمية على جانب كبير من الأهمية والخطورة وواضح من الأمثلة السابقة أنه ليس هناك تعارض بين الملاحظة العرضية والملاحظة العادية ، فالملاحظة الثانية قد تكون إمداداً للأولى ، كما أن الملاحظات العرضية التي سبقت الإشارةإليها هي التي أوحت بفرض الفروض وتنظيم التجارب وإجرائها لاستنتاج النظريات .

وتعتبر الملاحظة العلمية أعلى مكانة وأسمى درجة من الملاحظة العرضية فهي تتميز بوضوح الغاية التي تسعى إليها وهى الكشف عن الخواص الرئيسية للظاهرة المدروسة ومعرفة الظروف التي أوجبت وجودها تواصلاً لكسب معرفة جديدة وتحقيق هدف علمي محدد.

وتعتمد الملاحظة العلمية على نظريات دعمتها حقائق العلم فكثيرا ما يسترشد الباحث بإحدى النظريات العلمية في توجيه ملاحظاته إلى عوامل ومتغيرات Variables جديدة أو في تفسير ملاحظاته تفسيرا علميا صحيحاً . وقد استفادت العلوم الطبيعية من هذا الأسلوب في البحث ، وكلما زادت قوانين العلم ونظرياته كانت الملاحظة العلمية أكثر دقة ووضوحاً

ولا يكتفي الباحث العلمي بالحواس في ملاحظة الظواهر ، بل يستعين بأجهزة مختلفة بعضها للتكبير والتقريب بالميكروسكوب والتليسكوب ، وبعضها للقياس كالترمومتر والميزان وذلك ضمانا لدقة النتائج من ناحية وتفاديا لقصور الحواس من ناحية أخرى وكلما كثرت الآلات المضبوطة والمقاييس الدقيقة كان ذلك إيذانا بتقدم العلوم ونموها وفى ذلك يقول "كلود برناردو" : إننى اعتقد أن الكشف عن أداة جديدة للملاحظة والتجربة في العلوم التجريبية الناشئة أكثر فائدة من عدة أبحاث مذهبية أو فلسفية .

ب - دور التجربة :

لا تكتفي ألوان الملاحظة التي عرضناها في التعرف على الحقائق العلمية فقد رأينا أن الباحث في حال الملاحظة يراقب الظاهرة التي يدرسها دون أن يحدث فيها تغيير أو يعدل الظروف التي تجرى فيها كما أنه يكتفي بما تقدمه له الطبيعة من ظواهر دون أن يوجد ظروفا مصطنعة تهيئ له دراسة الظاهرة على النحو الذي يريده ولذلك كان من الضروري استخدام التجارب في البحث العلمي.

والتجربة ليست إلا ملاحظة علمية تحت الضبط الناتج عن التحكم إما من جانب الباحث أو الطبيعة ، فالقائم بالتجربة يستطيع أن يعدل الظاهرة بحيث تبدو في انسب وضع صالح لدراستها ، كما أنه يستطيع أن يقرر التجربة ويعيدها تحت ظروف مختلفة ويلاحظ النتائج التي يحصل عليها في كل مرة ويقارن النتائج بعضها ببعض.

وللتجربة فضل كبير في وصول معظم العلوم وخاصة العلوم الطبيعية إلى ما وصلت إليه من تقدم ورقى ، وقد استفادت العلوم الاجتماعية كما استفادت العلوم العضوية من التجارب غير المباشرة وهى التجارب التي تمدنا بها الطبيعية دون تحكم من جانب الباحث وللتجارب غير المباشرة قيمة علمية كبرى وهى لا تقل في أهميتها عن التجارب التي يتحكم فيها الباحث بنفسه والتي تجرى تحت ظروف صناعية.

وتقوم الملاحظة والتجربة في المرحلة الأولى للبحث بتوجيه تفكير الباحث إلى وضع الفروض العلمية ولذا فكل ملاحظة لا توجه تفكير الباحث إلى فكرة يمكن التحقق من صدقها بعد خطوة غير مجدية ، وكل تجربة لا تساعد على وضع أحد الفروض تعد تجربة عقيمة تافهة.

3- اختبار الفروض

تعتبر هذه المرحلة من أهم مراحل البحث فالفرض في حد ذاته ليست له قيمة علمية ما لم تثبت صحته إثباتاً موضوعياً مقنعاً وغالباً ما يؤدى الفرض إلى إجراء التجارب والقيام بملاحظات جديدة وذلك للتأكد من صدقه والتثبيت من صحته.

وتهدف التجربة إلى التعرف على ما يحدث في جانب أو متغير معين من جوانب الظاهرة التي تدرسها بدلالة جانب أو متغير آخر في حالة ثبات سائر المتغيرات فإذا كنا ندرس مثلاً أثر الوراثة والبيئة في السلوك الإجرامي أو في الذكاء فإننا نحاول تثبيت أحد المتغيرين لندرس أثر الآخر ولقد سار العلماء في هذا الاتجاه حينما حاولوا معرفة أثر البيئة في الذكاء فإنهم ثبتوا عامل الوراثة بإجراء أبحاثهم على التوائم المتشابهة التي تمت تنشئتهم في بيئات منفصلة وحينما درسوا أثر الوراثة في الذكاء فإنهم ثبتوا عامل البيئة وأجروا أبحاثهم على أطفال منتسبين لآباء مختلفين وأجريت تنشئتهم معاً كما هو الحال في أطفال الملاجئ.

وبالرغم من أن بعض البحوث العلمية لا تشتمل على التجريب أو الدراسات المعملية وتعتمد على مناهج أخرى كالمنهج التاريخي مثلا إلا أن التجريب يعد إحدى الدعائم القوية التي تعتمد عليها العلوم وبفضله وصلت الكثير من العلوم إلى درجه كبيرة من التقدم والرقى.

ومن الأمور الهامة فى البحوث التجريبية أن تكون هناك قواعد عامة يسترشد بها الباحث في التحقق من صحة الفروض التي يختبرها وتعتبر طريقه الحذف Elimination من الطرق المتبعة في البحوث العلمية التي تحاول إيجاد العلاقة بين

عامل واحد وبين الظاهرة موضوع الدراسة وتنحصر هذه الطريقة في أن يضع الباحث جميع الفروض الممكنة لتفسير ظاهرة معينة ثم في حذف الفروض التي لا يؤيدها الواقع.

أو التي يمكن إثباتها وكثيراً ما تتمخض هذه الطريقة في العلوم الطبيعية عن استبقاء فرض واحد يقوم عليه البرهان بطريقة عملية أما إذا ثبت خطأ الفروض جميعا فمعنى ذلك أن الباحث لم يستوعب جميع الحلول الممكنة ولم يصل بعد إلى الفرض الصحيح والواجب عليه أن يعيد الملاحظات والتجارب ويضع فروضا جديدة ثم يحاول التحقق من صدقها حتى يصل إلى الفرض الذي يمكن إثبات صحته إثباتا علمياً وقد وضع كل من "فرنسيس بيكون" F. Bacon"وجون ستيوارت ميل" S. Mill قواعد للتحقق من صدق الفروض باستخدام المنهج التجريبي سنشير إليها فيما بعد.

ومن الضروري عند إجراء التجارب العلمية ألا يختبر الباحث أكثر من فرض واحد في الوقت نفسه ولا ينتقل من فرض إلى آخر إلا إذا تأكد من خطأ الفرض الأول، ومن الضروري أيضاً ألا يقتنع الباحث باختيار الأدلة الموجبة التي تؤيد الفرض لأن دليلاً واحداً يتنافى مع الفرض كقبل بنقضه ولو أيدته مئات الشواهد ، فإذا وجد قتيل مصابا بطلقة نارية في صدغه الأيسر وظهر أن البندقية التي استخدمت في الإصابة ملك للقتيل وأن أصدقاء القتيل الموثوق بصحة كلامهم يذكرون أنه كان مكتئبا بسبب وفاة زوجته وأن القتيل ذهب إلى محاميه في اليوم السابق لمقتله لكي يرتب الأمور الخاصة بوصيته ثم تبين أن ذراع القتيل اليسرى كانت مشلولة منذ سنوات فبالرغم من أن معظم الأدلة تؤيد فرض القائل بأن القتيل قد انتحر إلا أن الدليل الذي يقول بأن ذراع القتيل اليسرى كانت مشلولة منذ سنوات يكاد ينفى الفرض نهائياً إذ أنه ليس من المحتمل أن يستخدم القتيل ذراعه المشلولة في إطلاق الرصاص على صدغه الأيسر.

ومن الضروري أيضا ألا يتحيز الباحث لفروضه بل يكون على استعداد تام لأن يستبعد جميع الفروض التي لا تؤيدها نتائج التجارب والملاحظات العلمية فالعلم لا يستفيد فقط من الفروض الصحيحة وإنما يستفيد أيضا من الفروض التي يثبت بطلانها فعن طريق المحاولة والخطأ يستطيع الباحث أن يصل إلى الفرض الصحيح وقد قيل أن كلير لم يهتد إلى القول بأن مدارات الكواكب السيارة لها شكل بيضوى إلا بعد أن اختبر تسعة عشر فرضاً متتالية كان أخرها الفرض الصادق ثم إن الباحث كلما أثبت خطأ فرض من الفروض اقترب في بحثه من الحقيقة وللتدليل على هذا القول نضرب مثلاً لما حدث في مصنع "هاوثورن " التابع لشركة " ويسترن اليكتريك " Western Electric بالولايات المتحدة ففي الفترة بين 1927 ،1932 أجريت تجارب في ذلك المصنع كان الهدف منها دراسة الصلة بين الكفاية الإنتاجية وبين الظروف الفيزيقية للعمل والصلة بينها وبين التعب والملل وطول ساعات العمل اليومي وفترات الراحة ومستوى الأجور .

- ✓ وقد افترض الباحثون وجود صلة وثيقة بين إنقاص ساعات العمل وإدخال فترات للراحة وزيادة الأجور وبين زيادة الكفاية الإنتاجية لدى العمال ولإجراء التجربة اختار الباحثون ست عاملات ووضعوهن في حجرة اختبار خاصة فلاحظ الباحثون أن زيادة الإضاءة تؤدى إلى زيادة في كفايتهن وكلما امتد التحسين إلى ظروف خارجية آخري كإدخال فترات للراحة أو إنقاص ساعات العمل أو زيادة الأجر أطردت الزيادة في الكفاية الإنتاجية في كل مرة يدخل فيها تحسين جديد غير أن الباحثين لاحظوا شيئا لم يكونوا يتوقعونه ذلك أن العاملات كانت كفايتهن الإنتاجية تستمر في التحسن حتى بعد أن أعيدت ظروف العمل إلى ما كانت عليه من قبل أي بدون فترات للراحة وبدون تقليل لساعات العمل اليومية أو الأسبوعية.

وقد حاول الباحثون الاهتداء إلى الحقيقة العلمية فوضعوا فروضاً جديدة ثم تبين في النهاية أن السبب فى زيادة الكفاية الإنتاجية لا يرجع إلى الظروف والبواعث الخارجية بقدر ما يرجع إلى ارتفاع الروح المعنوية لدى العاملات فقد شعرن أنهن نخبة اختيرت من بين زميلاتهن للتجربة وأن المصنع يهتم بهن كأفراد لا كمجرد آلات في المصنع كما نشأت بين الفتيات الست علاقات أولية كان لها أثرها في تقوية روحهن المعنوية لذا زاد تحمسهن للعمل وبعبارة أخرى وجد الباحثون أن الفرض الصحيح يشير إلى أن العوامل الحاسمة في زيادة القدرة الإنتاجية نفسية اجتماعية وليست مادية.

وإذا وجد الباحث أمامه فرضين متناقضين فعليه أن يبرهن على خطأ أحدهما حتى يتأكد من صدق الآخر وإذا وجد الباحث أن التجارب تؤيد صحة الفرض الذي وضعه فعليه أن يقوم بإحصاء جميع الفروض المرتبطة بالفرض الأول ثم يتأكد من صدقها لاكتشاف القانون الذي تخضع له الظاهرة التي يقوم بدراستها.

ويشترط فى التجارب أن تكون موضوعية غير متأثرة بذات الباحث وأهوائه ويقتضى هذا من القائم بالتجربة أن يتوخى الدقة في التعبير عن النتائج التي يحصل عليها وأن يكون منزهاً عن الغرض حتى يرى الأشياء على حقيقتها لا كما يود هو أن يراها وأن يكون أمينا في عرض النتائج حتى يستفيد بها غيره من الباحثين فليست حقائق العلم وفقاً على فرد دون فرد أو شعب دون آخر وإنما هي تراث مشترك بين الإنسانية جمعاء.

4- الوصول إلى تعميمات علمية

إذا أيدت التجارب والملاحظات صحة فرض من الفروض دون أن يوجد فرض آخر يناقضه أو يتعارض معه فإن الفرض الصادق ينتقل إلى مرحلة القانون وكثيرا ما توحي عدة فروض صحيحة بتكوين قانون واحد كما توحي فروض غيرها بتكوين قانون ثان وثالث وهكذا ، وكلما تقدم علم من العلوم حاول الإقلال من عدد القوانين المستقلة فيه ، ومد نطاق العلاقات القائمة بينها وذلك بالربط بينها في قانون عام واحد يطلق عليه قانون القوانين ، ويمتاز هذا القانون الأخير عن غيره من القوانين الجزئية بأنه أكثر عمومية وأكثر تجريدا وقد اقترب علم الفيزياء شيئا ما من هذا الكمال وبلغ مرحلة من النمو تسمو على ما بلغه أي علم آخر وذلك لتقدم وسائل القياس فيه ولأن العلماء توافروا على تهذيب قوانينه منذ زمن طويل.

وقد سبق أن بينا أنه بفضل منهج الاستقراء الناقص يستطيع الباحث أن يربط بين الحقائق الفردية المتفرقة التي يجمعها ولا يقتصر على الحالات التي يدرسها، بل يضع القوانين التي تنطبق على الحالات المشابهة والتي لم تدخل فى نطاق بحثه ، والباحث الذي يقتصر على جمع الحقائق ويتركها منفصلة عن بعضها دون أن يربط بينها ودون أن ينتقل من الحقائق التي درسها إلى الحقائق المجهولة التي لم تدخل في نطاق بحثه يكون شأنه كمن يعتقد أن البناء قد تم حين يتم له جمع الأحجار ، غير أن العلم لا يكوم الحقائق كقوالب الطوب وإنما يصل بينها ليقيم بناء متكاملا على أساس التعميمات.

ولا ينتهي المطاف بالعلماء عند وضع القوانين العلمية ، فاكتشاف القوانين يدعو إلى وضع النظريات التي تعمل على تفسير الحقائق والقوانين. والنظرية تصبح أكثر احتمالاً إذا فسرت أكبر عدد من الحقائق والقوانين ، ومجال تكوين النظريات مجال هام للتفكير العلمي والتفكير النظري والخلاق هو في رأى " ثالكوت بارسونز" أعلى مراتب النشاط الفكري في المبادين العلمية. ولا ينبغي أن يقلل من شأنه اعتقاد البعض بأنه لا يعتمد على الحقائق قدر اعتماده على التفكير الفلسفي. فالواقع أنه لا تعارض مطلقا بين الحقيقة والنظرية العلمية فكلاهما مكمل للآخر متمم له ، والنظرية العلمية لا تقوم إلا على أساس من الحقائق الموضوعية ولا يكتب لها البقاء إذا كانت تحتوى على عناصر غيبية لا تخضع للبحث العلمي أو للتجريب ، وما لم تتأيد بالحقائق الجديدة التي يصل إليها العلماء كما أن الحقيقة في حد ذاتها لا تصبح لها قيمة علمية إلا إذا ارتبطت مع غيرها من الحقائق في إطار نظري وما لم تساعد على إثبات أو رفض نظرية قائمة أو تؤدي إلى اكتشاف قوانين ونظريات جديدة.

أسئلة المحاضرة الأولى

السؤال الأول : أذكرى / أذكر خطوات المنهج العلمي مع شرح أحد هذه الخطوات بالتفصيل

الاجابة النموذجية للسؤال الأول

يصطنع العلم الحديث منهج الاستقراء ، ويتمثل هذا المنهج في عدة خطوات تبدأ بملاحظة الظواهر وإجراء التجارب ثم وضع الفروض التي تحدد نوع الحقائق التي ينبغي أن يبحث عنها وتنتهي بمحاولة التحقق من صدق الفروض أو بطلانها توصلاً إلى وضع قوانين عامة تربط بين الظواهر وتوجد العلاقات بينها ومما سبق يمكننا القول بان خطوات المنهج العلمي تتمثل فيما يلى :

١. الملاحظة والتجربة
٢. وضع الفروض العلمية
٣. اختبار الفروض
٤. الوصول الى تعميمات علمية

ويمكننا تحديد سمات مرحلة وضع الفروض العلمية فيما يلى:

تعتبر الفروض العلمية مجرد أفكار مبدئية تتولد في عقل الباحث عن طريق الملاحظة والتجربة وهذه الأفكار ينبغي أن تكون قابلة للاختبار العلمي الدقيق.

- تعتمد الفروض على خبرة الباحث السابقة في موضوع بحثه وما يتصل به من موضوعات .
- قد تأتى الفروض للباحث كإلهام مفاجئ نتيجة تفكيره المستمر وبحثه المتواصل في الظاهرة التي يقوم بدراستها .
- للفروض أهمية كبرى وخاصة في البحوث التجريبية فهي توجه الباحث إلى نوع الحقائق التي يجب أن يبحث عنها بدلاً من تشتيت جهوده دون غرض محدد كما أنها تساعد على الكشف عن العلاقات الثابتة التي تقوم بين الظواهر وقد أبرز "كلود برنارد" أهمية الفروض وضرورتها بقوله : إن المنهج التجريبي لا يتحقق إلا إذا اجتمعت فيه أمور ثلاثة هي : الحدس ، والتجربة والاستدلال.
- ومن الضروري ألا يتسرع الباحث في وضع الفروض وأن يستمدها من الملاحظات والتجارب التي يقوم بها وألا يجعلها مخالفة للحقائق المقررة والقوانين العلمية كما يجب عليه أن يصوغ الفروض بطريقة تجعلها قابلة للاختبار .
- يفترض في الباحث المثالية والأمانة العلمية ومن الممكن غرس الأمانة العلمية في نفس الباحث عن طريق تعويده على الدقة في الملاحظة وتدريبه على طرق البحث السليمة كما يمكن ضمان الموضوعية العلمية باستخدام وسائل دقيقه للقياس

لذا فإننا نستطيع القول بأن التفكير السليم هو البحث العلمي السليم وأساليب البحث العلمي السليمة هي بعينها أساليب التفكير السليم.