

مشكلات فلسفة العلم

# النموذج العلمي بين الخيال والواقع

بحث في منطق التفكير العلمي

تأليف

دكتور صلاح عثمان



الناشر  
بالاسكندرية

جلال حزي وشركاه

مشكلات فلسفة العلم ( ٢ )

# النموذج العلمي بين الخيال والواقع

"بحث في منطق التفكير العلمي"

تأليف

دكتور / صلاح عثمان

كلية الآداب- جامعة المنوفية

٢٠٠١

الناشر

منشأة المعارف بالإسكندرية

جلال حزي وشركاه

## الناشر:

منشأة المعارف ، جلال حزى وشركاه

44 شارع سعد زغلول - محطة الرمل - ت/ف: 4873303 - 4853055 الأسكندرية

32 ش دكتور مصطفى مشرفة - سوتير - ت: 4843662 - 4854338 الأسكندرية

الإدارة : ٢٤ شارع ابراهيم سيد أحمد - محرم بك - ت/ف ٣٩٢٢١٦٤ الأسكندرية

اسم الكتاب: النموذج العلمي بين الخيال والواقع

اسم المؤلف: صلاح محمود عثمان محمد

رقم الايداع: 2000/19095

الترقيم الدولي: 977-03-0844-7

الطبعة: الأولى 2000

تصميم غلاف: ملتقى الفكر

طباعة : عصام جابر - الاسكندرية

إهداء

إلى البسمة المشرقة في حياتي ...

إلى أبنائي :

ندا ...

نهى ...

محمد ...



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

” وَتِلْكَ الْأَمْثَالُ نَضْرِبُهَا لِلنَّاسِ

” وَمَا يَعْقِلُهَا إِلَّا الْعَالِمُونَ ”

الْحَمْدُ لِلَّهِ

(سورة العنكبوت ، آية ٤٣ )

## محتويات الكتاب

الصفحة	الموضوع
٩	مقدمة.....
١٥	الباب الأول : النموذج العلمي : تعريفه وخصائصه.....
١٧	تمهيد.....
١٩	الفصل الأول: ما النموذج.....
٣١	الفصل الثاني : النماذج والتمثيل في العلم.....
٣١	أولا : الاستدلال التمثيلي: المعنى والتطور .
٣٥	ثانيا : أنواع التمثيل .....
٥٣	الفصل الثالث: خصائص النموذج العلمي .....
٥٣	أولا : القوة التفسيرية .....
٥٥	ثانيا : القدرة على التنبؤ.....
٥٧	ثالثا : الديناميكية .....
٦٢	تعقيب على الباب الأول .....
٦٥	الباب الثاني : النماذج العلمية وتشكيل الواقع .....
٦٧	تمهيد: .....
٧١	الفصل الرابع : النموذج اللغوي . .....
٨٧	الفصل الخامس : النموذج المنطقي .....
١٠١	الفصل السادس : النموذج الرياضي.....
١٠٦	تعقيب على الباب الثاني.....

١٠٩	الباب الثالث : مراحل بناء النموذج .
١١١	تمهيد:
١١٣	الفصل السابع:النموذج فى مرحلة الفرض .....
١١٣	أولا: الفروض العلمية وأنواعها .....
١٢٣	ثانيا: دور الخيال والحدس فى بناء النماذج الفرضية
١٢٩	الفصل الثامن: معايير قبول النموذج .
١٣١	أولا : ملائمة النموذج لموضوع التفسير .
١٣٢	ثانيا : القابلية للاختبار .....
١٣٣	ثالثا : الارتباط النظري .....
١٣٥	رابعا : القوة التفسيرية أو التنبؤية .....
١٤٠	خامسا: البساطة .
١٤٣	الفصل التاسع:النموذج فى مرحلة القانون والنظرية .
١٤٣	أولا : النموذج كقانون .....
١٥٠	ثانيا : النموذج كنظرية .....
١٥٤	تعقيب على الباب الثالث .....
١٥٧	خاتمة .....
١٦١	ثبت مصطلحات .....
١٧٦	ثبت مراجع .....





## مُتَلَمِّمًا

تؤدي فكرة " النموذج " Model دوراً هاماً ومحورياً فى شتى مجالات المعرفة الإنسانية، بدايةً من المعرفة العادية، التى يسعى بها عامة الناس إلى فهم ما يدور حولهم من أمور الحياة، ومروراً بالمعارف الفلسفية والدينية والفنية، التى تحكم توجهات الإنسان العقلانية والوجدانية، ووصولاً إلى المعرفة العلمية ، الرامية إلى فهم ظواهر الكون وترويضها وفقاً لقوانين حاکمة .

فلو نظرنا مثلاً إلى المعرفة العادية، لوجدنا أنها تستند فى جانبٍ هامٍ منها إلى " ذاكرة جمعية " ، تحفظ تجارب وخبرات الأسلاف تجاه المواقف الحياتية المختلفة، وذلك عبر وسائط لغوية نسميها " الأمثال الشعبية " ، فهذه الأخيرة ما هى إلا " نماذج " متراكمة للسلوك الإنسانى تتوارثها الأجيال. هذا فضلاً عما درج عليه الناس من " تمثيل " للظواهر والمواقف الغامضة بنظائرها الواضحة الجلية، فكأن هذه النظائر " نماذج " تفسيرية لما غمض على الإنسان أمره ، وعسر عليه فهمه .

ولا يختلف الحال كثيراً فى الفلسفة: فمن الفلاسفة- من جهة- من ذهب إلى القول بوجودٍ مستقلٍ لعالم معقول، يحوى " نماذج " ثابتة وكاملة، أزلية وأبدية ، تحاكيها الأشياء فى عالم الخبرة . من ذلك مثلاً : عالم المثل عند " أفلاطون " ، وعالم الحقائق الأزلية عند " ليبنتز " ، وعالم المعانى عند " فريجه " ، والعالم الثالث عند " بوبر " ... - وقد تعددت أهداف القول بمثل هذا العالم المستقل للكائنات المجردة ، فقد نفترضه لتفسير يقين الحقائق الرياضية أو الدينية أو الجمالية، أو لتفسير وجود الله وخلود الروح الإنسانية بعد فناء البدن... إلى غير ذلك.

من جهة أخرى، يحفل تاريخ الفلسفة بـ " نماذج " متنوعة من اليوتوبيات Utopias أو المدن الفاضلة، تعكس تطلعات الفلاسفة إلى عوالم أفضل ، أو إلى مجتمعات مثالية أكثر إنسانية واستمراراً وعدالة.

فإذا أضفنا لذلك ما تقدمه المذاهب الميتافيزيقية من " نماذج " لتفسير الوجود ، كنموذج الماء عند " طاليس " ، ونموذج الذرات والفراغ عند "ديموقريطس" ، ونموذج المونادات عند " ليبنتز " ... الخ، أدركنا مدى تغلغل فكرة النموذج في المعرفة الفلسفية .

ولا يخفى علينا ما تعرضه الأديان من " نماذج " لحياة الرسل ومواقف الأمم السابقة ومشاهد الخلود في الثواب أو العقاب، أو ما تقدمه الفنون من " نماذج " فنية تُعبّر عن رؤية الفنان لواقع عيني يحياه أو واقع مأمول يصبو إليه.

أما المعرفة العلمية فهي ألصق المعارف جميعاً بفكرة النموذج، فمل من نظرية علمية إلا وتحمل في طياتها – إن لم تكن هي بعينها- نموذجاً يُفسر ما تعالجه من ظواهر، ويمنحها قدرة تنبؤية عن سلوك الوقائع الملاحظة. فإن كان النموذج يُمثل بصدق بعض مظاهر الواقع، تحققت تنبؤاته إلى حد بعيد، وهو عندئذ نموذج جيد. أما إن كان معيباً ، فبوسعنا البحث عن نموذج آخر أكثر شمولاً ، يحقق أهداف التفسير والتنبؤ.

إننا نتحدث مثلاً عن نموذج " بوهر " لذرة الهيدروجين، ونعنى بذلك تلك النظرية الفيزيائية التي وضعها العالم الدانمركي " نيلز بوهر " N.Bohr (1885-1962) لتفسير الحركة الإلكترونية داخل الذرة، لكن ذلك لا يعنى بالطبع مطابقة هذا النموذج للواقع الفعلي على نحو تام، بل نقول أنه نموذج مرحلي لتقريب الحقيقة. فقد سبقه مثلاً نموذج الفيزيائي النيوزيلاندي " إرنست رنر فورد " E.Rutherford (1871-1937) ،

فكان نموذج " بوهر " بمثابة تعديل لسابقه، ثم لم يلبث نموذج " بوهر " ذاته أن أصابه التطوير والتعديل على يد الفيزيائي الألماني " أرنولد سمر فيلد " A. Sommerfeld (١٨٦٨-١٩٥١) وغيره . وقس على ذلك كافة نظريات العلم على مر العصور .

هكذا إذن معارفنا العلمية، مجرد نماذج مرحلية متطورة ، تصف الواقع بخطوات وثيدة . قد تُسرّع أحياناً ، ولكنها لا تبلغ قط خطوتها النهائية، وهو ما يؤكد تراكمية المعرفة العلمية ونسبيتها .

ورغم أهمية فكرة النموذج في العلم، إلا أنها لم تحظ بقدر كافٍ من الدراسة والبحث . فلا نكاد نجد عنها- خصوصاً في المكتبة العربية- إلا وريقات قللت، متناثرات في هذا البحث أو ذاك، وإن كانت " النماذج " في مجالات البحوث السياسية والاقتصادية والاجتماعية، تُشكّل الآن أساساً للدراسات المستقبلية Futurology ، والتي ذاعت في أوربا منذ أوائل القرن العشرين ، وتلقى الآن إقبالاً متزايداً على المستوى العالمي في كافة الميادين .

وتأتى هذه الدراسة من جانبنا كمحاولة مبدئية للإقتراب من فكرة النموذج وما تثيره من إشكالات علمية وفلسفية، يُوجهننا في ذلك فرضٌ أساسي ، نزع من خلاله أن ما يتلفظ به العلماء وفلاسفة العلم من كلمات مثل " الفرض " Hypothesis و " القانون " Law و " النظرية " Theory ما هي إلا أسماء مترادفة لشيء واحد ، يصب في خانة النموذج . وإذا كلن هناك ثمة فرق بين ما نعنيه بهذه الكلمات، فهو في الحقيقة فرقٌ في الدرجة لا في النوع . وبعبارة أخرى، هو فرقٌ بين نموذج أولي في مرحلة الفرض، وبين نفس النموذج في مرحلة القانون أو النظرية . وعلى هذا فمن الأجدر بنا ألا نتحدث عن فرضٍ أو قانونٍ أو نظرية، وإنما عن

"نموذج علمي" يمر بمراحل متعددة حتى يتم تأكيده وقبوله، وهو في الوقت ذاته عرضة لأن يحل محله نموذج آخر إذا اتسعت دائرة البحث لتشمل وقائع أخرى لا يحتويها النموذج أو يعجز عن تفسيرها .

يرتبط بهذا الفرض الأساسي عدة فروض فرعية لا تقل عنه أهمية، ويمكن أن نصوغها على هيئة تساؤلات:

١ - إذا كانت معارفنا بصفة عامة مجرد نماذج ، أفلا يحق لنا الزعم بوحدة المعرفة الإنسانية- على الأقل من جهة المنهج ؟ أليس بوسعنا القول بأن المسلك واحد، وإن تعددت دروبه وتفصيلاته ؟ ؟

٢ - وإذا كانت المعرفة العلمية بصفة خاصة سلسلة مترابطة الحلقات من النماذج ، كل حلقة فيها أوسع من سابقتها، فهل يعني ذلك اتصال النظريات والأفكار العلمية عبر تاريخ العلم؟ أم أن هناك - كما ذهب إلى ذلك فيلسوف العلم الأمريكي " توماس كون " T.Khun ثمة قطعية أو انفصال بين المفاهيم النظرية الأساسية في العلم ؟

٣ - كيف يبني العالم نمودجه لتفسير الظاهرة ؟ أو ما هو المنهج الذي يتبعه العالم في بناء النموذج؟ وإذا كان التمثيل analogy بالنماذج منهجاً عاماً في البحث ، فهل يعني ذلك أننا نصل إلى هذا المنهج العام بمناهج أخرى جزئية كالاستقراء induction والاستنباط deduction والحس intuition ؟

٤ - هل هناك معايير محددة لقبول النموذج العلمي ؟ وهل نجد اتفاقاً على هذه المعايير بين فلاسفة العلم وعلماء المناهج ؟ .

٥ - إذا كان النموذج بناءً فكرياً يُحقق - في حال نجاحه- توافقاً فريداً مع الوقائع التي يفسرها، فهل يعني ذلك القول بواقعية النماذج - ككيانات

فكرية مجردة - بالمعنى الأفلاطوني ؟ .

وقد انتهجنا في التحقق من الفرض الأساسي، وفي الإجابة عما أثارناه من تساؤلات ، منهجاً مركباً، يجمع بين المنهج التحليلي المقارن ، والمنهج التاريخي النقدي، حيث فرضت علينا طبيعة البحث تحليل عدد من النماذج العلمية المختلفة والمقارنة بينها أو بين الرؤى التحليلية لها، من خلال تتبع مسارها التاريخي، مع توجيه النقد أحياناً لهذه الفكرة أو تلك بقدر ما يتوصل إليه تحليلنا.

كما اتبعنا في العرض طريقة الفقرات العددية، وذلك لدقتها في تنظيم الأفكار وترتيبها، مما ييسر عملية الإشارة إلى الأفكار أو العودة إليها كلما اقتضت الضرورة ذلك.

هذا عن ماهية الكتاب وهدفه ومنهجه، أما عن محتواه فقد قسمناه إلى ثلاثة أبواب بكل منها ثلاثة فصول. سعينا في الباب الأول منها إلى تعريف النموذج بشقيه المادي والفكري ، ثم تبيان ماهية العلاقة التمثيلية القائمة بينه وبين ما يُنمذجه من ظواهر، كما عرضنا لأهم الخصائص المميزة للنموذج العلمي، والتي تتضح من خلالها آلية عمل النماذج في الحقل العلمي، ألا وهي القوة التفسيرية والقدرة على التنبؤ والديناميكية. أما الباب الثاني فقد خصصناه للحديث عن ثلاثة أنواع مترابطة من النماذج العلمية، نعمل من خلالها على تشكيل الواقع، وتعكس علاقة الذات بالموضوع في العملية المعرفية ، وهي على الترتيب : النموذج اللغوي ، والنموذج المنطقي، والنموذج الرياضي . ومع أننا خصصنا لكل منها فصلاً مستقلاً، إلا أنها تُمثل في مجملها ثلاثة ملامح أساسية لا غنى عنها لأي نموذج علمي. أما الباب الثالث والأخير فقد تناولنا خلاله مراحل بناء النموذج في العلم، بدءاً من صياغته كفرض تفسيري ممكن لعدد من

الوقائع الملاحظة ، ومروراً بمرحلة الفحص المنطقي والتجريبي له،  
ووصوله إلى إقراره مرحلياً كقانون يحدد آلية عمل تلك الوقائع ، ثم  
كنظرية تُفسر القانون ذاته وما يرتبط به من قوانين تعالج ظواهر أخرى،  
لنهي الكتاب بخاتمة ترصد بإيجاز واقع البحث العلمي في أمتنا العربية،  
ومدى حاجتنا إلى نموذج عربي واضح، يأخذ بأسباب التقدم في عالم  
أصبح البقاء فيه للأعلم والأقدر تكنولوجياً ومعلوماتياً .

وقد ذيلنا الكتاب بقائمة تحوى أهم المصطلحات الفلسفية والعلمية  
التي استخدمناها، تعقبها قائمة بالمراجع العربية والأجنبية التي اعتمدنا  
عليها.

بقي أن أعرب عن عميق شكري وامتناني لسائر أساتذتي الذين  
تعلمت على أيديهم ونهلت من علمهم سواء بطريق مباشر أو غير مباشر.  
وأيضاً لزوجتي ورفيقتي في الحياة "سهير الحسين"، والتي كان لمناقشاتها  
المنثورة معي وشفافية رؤيتها عظيم الأثر على إنجازي لهذا الكتاب .

**والله الموفق وعليه سبحانه قصد السبيل ،،**

**صلاح عثمان**

البيطاش - الإسكندرية

٢٠٠٠/١٢/٢

# الباب الأول

## النموذج العلمى

### تعريفه وخصائصه

" فى البدء كانت الكلمة، وكانت الكلمة نموذجاً "

جوفرى هولستر





## تمهيد :

١ - يبدأ العلم- كما قال أرسطو- بالدهشة. وأبسط تعريف للدهشة أنها الشعور بمقاومة عالم خارجي لمفاهيمنا<sup>(١)</sup>. أو خروج ظواهره عن مألوف خبرتنا ومعتقداتنا. لكن الدهشة قد تكون سلبية فتلقى بالإنسان في غيابة الذهول والجهل، وقد تكون إيجابية فتدفع به إلى محاولة تطويع الواقع والتكيف معه. ويؤدي " النموذج " دوراً ناجحاً في هذا الشأن، بل لعله وسيلة الإنسان الرئيسية لسبر أغوار الواقع وهضم ظواهره. فإذا كان الإنسان -بالمعنى الأرسطي- حيواناً ناطقاً، فما اكتسابه لهذه الصفة المميزة إلا لكونه ينطق بالكلمة. والكلمة هنا هي صوت نلفظه، أو رمزٌ ننقشه لكي " يمثل " شيئاً أو فكرة، أو بالأحرى هي تصورنا الذهني لهذا الشيء أو تلك الفكرة. وعلى هذا فإن الكلمات التي نستخدمها هي في الواقع نماذج تبسط الأشياء التي تمثلها<sup>(٢)</sup>.

يمكننا إذن تعديل التعريف الأرسطي للإنسان فنقول أنه حيوان ذو قدرة على عمل النماذج. حقاً أن من وظائف الجهاز العصبي في الحيوان- بصفة عامة- عمل النماذج، إذ يساعده على استقبال المنبهات الوافدة وتوقع الحوادث المستقبلية، لكن عمل النماذج وصل إلى أعلى مستوى له عند الإنسان، ذلك أن قدرة الإنسان الخارقة على التنبؤ بالمستقبل تعطيه ميزة فريدة على أقرانه الذين قد يفوقونه في القوة

---

(١) جان ماري أوزياس، الفلسفة والتقنيات ( ترجمة عادل العوا، ط٢، منشورات عويدات، بيروت، باريس، ١٩٨٣ ) ص ٣٦ .

(٢) جوفري هوليستر : ثناء على صوغ النموذج ( مقال بمجلة العلم والمجتمع، لم يرد اسم المترجم، مطبوعات اليونسكو، العدد ( ٤٦ ) ، السنة (١٢) ، مارس -مايو ١٩٨٢ ) ص ٢ .

الجسمانية<sup>(٣)</sup>. وما كان لهذه القدرة أن تتحقق إلا بصوغ النموذج ، وعملية الصوغ هذه - في مجال العلم- هي في صميم ما نسميه " المنهج العلمي"، بل هي محور التقدم العلمي على مر العصور. ورغم اتفاق معظم فلاسفة العلم على أهمية النماذج ومحوريتها في التفسير والتنبؤ العلمي، إلا أنهم يختلفون حول ماهية تلك النماذج، أو كيف تؤدي وظيفتها، وهو ما نسعى لتبيانها خلال هذا الباب .

---

(٣) جورج ماركس & أيتز توث: النماذج في تدريس العلوم (مقال بمجلة العلم والمجتمع، ترجمة أمين محمود الشريف ، العدد المذكور من المجلة) ص٣٧.

## الفصل الأول

### ما النموذج ؟

٢ - يمكن تعريف " النموذج " بصفة عامة بأنه " نظام مُجسّم أو متصور فكرياً يعكس الموضوع المدروس - المادى والفكرى - عكساً مناسباً، أو يعيد توليد بعض الصفات والعلاقات النوعية للموضوع المدروس بطريقة تماثلية بحيث تؤدي دراسة النموذج إلى اكتساب معارف جديدة عن الأصل " (٤).

وأول ما نلاحظه بصدد هذا التعريف أن النماذج تنقسم من حيث طبيعتها إلى نوعين : نماذج مادية ، وأخرى فكرية. وإن كانت الأولى لازمة بالضرورة عن الثانية ، ذلك أن أى نموذج مادى لا بد له من بنية فكرية سابقة لبنائه فى ذهن الباحث، وهو ما يسميه أرسطو - فى معرض تحليله لأسباب الشئ الأربعة - بالسبب الصورى Formal cause (٥).

---

(٤) محمد عبد اللطيف مطلب : الفلسفة والفيزياء (ج١، دائرة الشؤون الثقافية والنشر، بغداد ، ١٩٨٥) ص ١٥٤.

(\*) من المعروف أن السبب cause عند أرسطو إما أن يكون " مادة " أو " صورة " أو " حركة " أو " غاية " ، فإذا سؤلنا مثلاً عن سبب " التمثال " - كنموذج - قلنا أنه له سبباً مادياً Material هو مادته التى صنع منها، وسبباً صورياً هو فكرته الموجودة فى ذهن المثال ، وسبباً محركاً أو فاعلاً Efficient هو المثال الصانع له، وسبباً غائياً Final هو الهدف الذى من أجله أُخرج التمثال من القسوة إلى الفعل . ولذا يُطلق البعض على مذهب أرسطو : مذهب الأسباب الأربعة .

See Ackrill, J. L. : Aristotle the Philosopher, Oxford University press , London , 1981 , P-36 & Also Carr, B.:Metaphysics, An introduction, Macmillan education LTD , London . 1987,P-74.

ونبدأ بوصف النماذج المادية- التي تُعرف أيضاً بـ " المتطابقات " Replicas أو " الآلات التمثيلية " Analogue machines فنقول أنها بنى مادية تحل في التجارب محل الأجسام التي تصعب أو تستحيل دراستها<sup>(٥)</sup>. فقد يتعذر مثلاً إجراء التجارب على الأصل لأسباب زمكانية، كما في الأبحاث الفضائية، فيلجأ العلماء إلى بناء نماذج مصغرة للأجرام السماوية، أو إلى تخليق بيئة أرضية مماثلة فيزيائياً للبيئة الفضائية المواد دراستها<sup>(٦)</sup>. كذلك قد يتعذر إجراء التجارب لأسباب دينية أو خلقية، كما في الطب ، فيضطر العلماء إلى صنع نماذج شارحه من مواد مختلفة، أو إلى استخدام بدائل حية مماثلة بيولوجياً للجسم الإنساني<sup>(٧)</sup>. أيضاً قد يتعذر إجراء التجارب على الأصل لأسباب سياسية أو اقتصادية، كما في الأبحاث النووية والعسكرية، مما يستلزم استبدال النماذج بالأجهزة والمعدات باهظة الثمن، من ذلك مثلاً " تجارب نفق الهواء " - wind tunnel experiments ، وهي تجارب تجرى على ديناميكا الموائع داخل بناء على هيئة نفق، يطلق فيه تيار من الهواء أو من غاز بسرعة مضبوطة لاختبار نماذج الطائرات والصواريخ<sup>(٨)</sup>.

---

(٥) محمد عبد اللطيف مطلب : المرجع السابق ، ص ١٥٤ .

Also: Hesse, Mary : Models and Analogy in science , in Encyclopedia of philosophy , Ed. By Paul Edwards, Vol. (5), P. 354.

(٦) انظر : محمد بهي الدين عرجون: الفضاء الخارجي واستخداماته السلمية .

(سلسلة عالم المعرفة، العدد ٢١٤ ، الكويت، أكتوبر ١٩٩٦) ص ١٠٠.

(٧) انظر : محمد سعيد الحفار: البيولوجيا ومصير الإنسان (سلسلة عالم المعرفة،

العدد ٨٣ ، الكويت، نوفمبر ١٩٨٤) ص ٥٦.

(٨) مجمع اللغة العربية: معجم الفيزيكا الحديثة ( تصدير : إبراهيم بيومى مذكور،

الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية ، القاهرة، ج-٢، ١٩٨٦) مادة: نفق الهواء

ص ٣٤٣.

ومن الطبيعي - في مثل هذه الحالات- ألا يكون التماثل بين النموذج وبين الشيء المنمذج The thing modeled تماثلاً جوهرياً- وإلا كان النموذج متطابقاً مع الأصل، وانتفت بالتالي الحاجة إلى بنائه<sup>(9)</sup> - إنما يكون التماثل شكلياً أو علاقياً relational، بمعنى تماثل العلاقات القائمة بين أجزاء كل منهما<sup>(10)</sup>. وهكذا، فالنموذج الهندسي للمنزل مثلاً لا يشبه المنزل في الجوهر، ولكنه يمثل فحسب علاقات الأجزاء الداخلية والخارجية للمنزل، مع اختلاف الأبعاد والمواد الداخلة في تركيبها.

ويُعرف هذا التماثل الشكلي أو العلقى بين النموذج وبين الشيء المنمذج بعلاقة "التشاكل" isomorphism، ومغزى هذه العلاقة أن كلاً من النموذج والأصل يمثلان نسقاً رياضياً واحداً، أي أننا يمكن أن نعتبرهما معاً نموذجين لنفس النسق الصوري<sup>(11)</sup>. وسوف نعود إلى هذه العلاقة بشئ من التفصيل في موضع لاحق (ف ٧-١).

من جهة أخرى، وبنظرة أفقية، يُمكننا الكشف عن تاريخ طويل للنماذج المادية. ففي عام ١٠٠ ق.م تقريباً وصف المخترع الإسكندري "هيرون" Heron أول نموذج لاستخدام القوة البخارية. وفي الفترة نفسها كان مهندسو مدرسة الإسكندرية يصنعون نماذج لمشروعات مبانئهم، وكانت تقدم إلى من يرعونهم. وقد توالى اهتمام الناس بالنماذج المادية خلال القرون التالية، حتى بلغ ذروته في العصر الحديث. فعلى سبيل المثال، كان الفيزيائي الإنجليزي "جيمس وات" J.Watt (١٧٣٦-١٨١٩) يستخدم النماذج كأساس لتجاربه. وقد مهدت هذه التجارب الطريق

---

(9) Hanson, N.R. : Observation and Explanation, A guide to philosophy of science , George Allen & Unwin LTD, London , 1972, P. 78.

(10) Hesse : Models and Analogy in science , Op. Cit, P. 354.

(11) Ibid .

لمولد أول آلة بخارية عملية فى تاريخ العلم. ومنذ ذلك الحين وحتى وقتنا الراهن، أصبحت مكاتب براءات الاختراع فى كل دول العالم تطلب تقديم نموذج مُجسّم لكل مشروع ، وهو ما يعكس أهمية النماذج كأداة أساسية للمخترعين والمهندسين والمصممين<sup>(١٢)</sup>.

٣- أما النماذج الفكرية - وهى كما ذكرنا أساس النماذج المادية- فيمكن وصفها بأنها بنى صورية استدلالية لمجموعات من الصفات أو العلاقات المسحوبة من أنساق مألوفة لدينا إلى أنساقٍ أخرى يكتشفها الغموض<sup>(١٣)</sup>. والنماذج الفكرية بهذا المعنى هى نتاج العكس الإبداعى الفعال للواقع الموضوعى بواسطة الإنسان، وتحمل بصورة واضحة آثار نشاط الذات العارفة ، مادامت تحمل صفات لا يمكن كشفها فى الواقع الموضوعى بصورة مباشرة. غير أن تلك الصفات لا يمكن إبداعها بطريقة عشوائية، إنما تُنتخب بحيث تُصبح النماذج-بهذه الصفات وفى ظروفٍ محددة- صالحة لتمثيل الأصل<sup>(١٤)</sup>. وقد يتضح هذا المعنى بالمثال التالى :

كان القرن السابع عشر مسرحاً لنزاع علمى حول طبيعة الضوء. فمن جانبه أعلن " نيوتن " أن الضوء مؤلف من جسيمات particles مادية دقيقة تقذفها الأجسام المضيئة فى كل اتجاه كسطايا قنبلة دائمة الانفجار<sup>(١٥)</sup>،

---

(١٢) مجلة العلم والمجتمع، النماذج العملية وسيلة للنهوض بالتنمية الريفية ( عن برنامج لصنع النماذج قامت به الجمعية الخيرية الإنجليزية المحدودة، ترجمة حسن حسين شكرى ، العدد المذكور من المجلة) ص ص ٤٨-٤٩.

(13) Hanson : Op. Cit, P. 77, also Barbet , A.H. : Mastering philosophy, Macmillan education LTD, London , 1990 , P. 240.

(١٤) محمد عبد اللطيف مطلب : الفلسفة والفيزياء، ص ص ١٥٤-١٥٥ .

(١٥) بانيش هوفمان : قصة الكم المثيرة ( ترجمة أحمد مستجير ، المؤسسة المصرية العامة للتأليف والنشر، القاهرة، بدون تاريخ) ص ٨ .

وهذه هي النظرية الجسيمية للضوء corpuscular theory. أما الفيزيائي الهولندي " كريستيان هايجنز C.Huygens (١٦٢٩-١٦٩٥) فقد تبنى وجهة النظر القائلة بأن قوام الضوء موجات مرنة Elastic waves يحملها الأثير خلال الحيز الكوني<sup>(١٦)</sup>، وتلك هي النظرية الموجية للضوء undulatory (wave) theory. وبدون أن ندخل في تفاصيل هذا النزاع الذي تناولناه في موضع آخر<sup>(١٧)</sup>، نقول أن كلاً من "نيوتن" و "هايجنز" قد استخدما تصورات مستفاه من حياتنا اليومية، وصنعا من خبرتنا بمعانيها نموذجين لتفسير بنية الضوء الغامضة. فلقد رأينا جميعاً موجات الماء، وجسيمات من أنواع مختلفة، لكن العالم لا يعنى هنا بالطبع أن الضوء مؤلف من موجات كذلك التي نشاهدها في البحار والمحيطات، أو من كريات مادية منتقلة عبر المكان بسرعات هائلة. إنه يقترح بالأحرى أننا لو فكرنا في الضوء كما لو كان مشتركاً مع الموجات أو الجسيمات في صفاتها، أمكننا تقريب البنية الحقيقة له، وإقامة تصورات نظرية أساسية عنه، تُتيح لنا استنباط القوانين الحاكمة لظواهره، والتنبؤ بأنواع مؤكدة من تلك الظواهر<sup>(١٨)</sup>.

وهكذا، فإذا كنا نفسر نظاماً معقداً أو طريقة عمل آلة، فلكي نكون مفهومين، لا بد أن نتحدث إلى المستمعين بلغة يفهمونها، وبمصطلحات الأفكار المألوفة لهم، وإلا فلن يكون لكلامنا معنى. وبنفس الطريقة إذا أردنا للطبيعة أن تكون مفهومة لنا فلا بد وأن يكون ذلك بلغة الأفكار

---

(١٦) فيليب فرانك: فلسفة العلم، الصلة بين الفلسفة والعلم (ترجمة على على ناصف، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، ١٩٨٣) ص ١٦٦.  
(١٧) انظر: صلاح عثمان: الاتصال واللاتهاى بين العلم والفلسفة، (منشأة المعارف، الإسكندرية، ١٩٩٨) ص ١٦٨ وما بعدها.

(18)Barbet : Mastering Philosophy, Op. Cit, P. 240 .



الموجودة في عقولنا، وإلا أصبحت مُبهمة لا تُضيف لمعرفة شيئاً (١٩).  
على أن ذلك لا يعنى توافر الخبرات العامة المألوفة أمام العلماء  
على طول الخط، بل إن هناك من النماذج فى العلم ما قد يُصيب الناس  
بالدهشة رغم كونه بناءً تفسيرياً. من ذلك مثلاً متصل الزمان-مكان  
الرباعى الأبعاد، وقوانين النسبية الخاصة التى كشفت عن أطوارٍ غريبة  
للزمان والمكان والمادة والحركة.

هنا تعتمد صياغة النموذج على القدرة الإبداعية الخلاقة للعالم،  
وعلى استقرار النماذج السابقة التى أيدتها التجارب فى نطاقٍ معين،  
بالإضافة إلى استخدام الكلمات والأشكال الهندسية والأنساق الرياضية  
المجردة، وهذه جميعاً - كما أسلفنا - هى فى حد ذاتها نماذج تُبسّط الواقع  
الذى تمثله.

ليس شرطاً إذن أن يكون النسق المألوف معبراً عن خبرة عامة  
ومشتركة بين الناس جميعاً، بل قد تنحصر الألفة فى نطاق الجماعة  
العلمية، وذلك حين يشير هذا النسق إلى شكلٍ هندسى، أو إلى نسق  
رياضى مجرد، الو إلى نظرية تجريبية سابقة (٢٠).

ومعنى ذلك أن النماذج الفكرية تتخذ أشكالاً متعددة، فقد تكون مجرد  
كلمات، مثل الأثير والمجال والذرة والإلكترون...، وقد تكون أشكالاً  
هندسية، مثل الدائرة والمربع والمثلث والمكعب...، وقد تكون أنساقاً  
رياضية، مثل قوانين نيوتن وقوانين الكم وقوانين النسبية الخاصة  
والعامة، وقد تكون أخيراً أشكالاً نظرية، وهذه قد يجمع الواحد منها بين

---

(١٩) جيمس جينز: الفيزياء والفلسفة (ترجمة جعفر رجب، دار المعارف، القاهرة،  
١٩٨١) ص ٢٤ .

(20) Hesse : Models and Analogy in science , P. 356 .

الأشكال الثلاث السابقة ، مثل نموذج " حلقات زحل " Rings of Saturn  
لذرة الهيدروجين ، ونموذج لوحة توزيع الهاتف The telephone  
switch board للمخ الإنسانى<sup>(٢١)</sup>.

ولما كانت الغاية من بناء النموذج هي فهم العالم الخارجى، من  
أجل ربط الأسباب بالمسببات ، ومن ثم التقدير والتنبؤ ، فقد يكفينا من  
النموذج أن يمكننا من التنبؤ الدقيق. وعندها قد لا يبقى حاجة إلى الخوض  
فى أشكال النموذج الشتى إلا من أجل تحسينه أو إنشاء نموذج أفضل<sup>(٢٢)</sup>.

٤ - بقى أن نشير إلى معنى آخر للنموذج، قال به فيلسوف العلم  
الأمريكى " توماس كون " وجعله لب نظريته فيما أسماه " بنية الثورات  
العلمية " .

لا يهدف " كون " إلى استخدام مصطلح النموذج كمسمى أكثر دقة  
لما ندعوه بالفرض أو القانون أو النظرية- على اختلاف أنواعهم- كما لا  
يهدف إلى تحليل بنية النموذج كمنهج عام للكشف العلمى ، أو لتحصيل  
المعرفة العلمية، وإنما يهدف أساساً إلى طرح النموذج بوصفه الإطار  
الفكرى الموجه للبحث العلمى فى مجتمع معين ولزمن معين، ولذا يُسميه  
"نموذجاً إرشادياً" Paradigm .

وهكذا يُعرّف " كون " النموذج بأنه " مجموعة كل المعتقدات  
beliefs والقيم values والتقنيات techniques المشتركة بين أعضاء

---

(21) Hanson : Observation and Explanation, P. 77 .

(٢٢) أحمد سليم سعيدان : مقدمة لتاريخ الفكر العلمى فى الإسلام ( سلسلة عالم  
المعرفة، العدد (١٣١) ، الكويت، ١٩٨٨ ) ص ٤١ .

مجتمع علمى بعينه " (٢٣) ، ومن ثم فهو " القاسم المشترك بين أعضاء هذا المجتمع، الذى يُفسر الكمال النسبى لتواصلهم المهنى، بالإضافة إلى الإجماع النسبى لأحكامهم المهنية " (٢٤). والنموذج الإرشادى من جهة أخرى، هو المثال النموذجى الذى يمكن بالقياس إليه حل المشكلات والألغاز البحثية التى تواجه العلماء والباحثين فى عصر بذاته (٢٥). ومن أمثلة النماذج الإرشادية عند " كون " : قانون " نيوتن " الثانى فى الحركة، القائل بأن القوة تساوى الكتلة مضروبة فى العجلة ( ق = ك × ج ) أو المقابلة بين فلك " بطليموس " وفلك " كوبر نيكس " - فهذان نموذجان استبدل أحدهما بالآخر - أو ما بين ديناميكا أرسطو وديناميكا نيوتن، أو ما بين النظريتين الموجبة والجسيمة فى الضوء .. وهكذا (٢٦).

ولا تعنينا هنا التفاصيل الدقيقة لنظرية " كون " (٥) - على أهميتها للباحث فى تاريخ فلسفة العلم - وإنما تعنينا فقط إحدى نقاطها الهامة ، وهى تلك القائلة بأن الانتقال من نموذج إرشادى سائد إلى آخر جديد، إنما

---

(23) Kuhn , T. : The structure of scientific revolutions , Reprinted in : Foundations of the unity of science , Vol. 2 , Nu. 2, The university of Chicago press, Chicago, 1981 , P. 175.

(24) Ibid , P. 182.

(25) Ibid , P. 175 , P. 189.

(٢٦) محمود فهمى زيدان : مناهج البحث فى العلوم الطبيعية المعاصرة ( دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٩٠ ) ص ص ١١٦-١١٧ .

(\*) لا نود الخوض فى تفاصيل قد تخرج بنا عن موضوع بحثنا، ويمكن للقارئ أن يرجع إلى كتاب " كون " المذكور، وله فى العربية ترجمتين: الأولى للدكتور ماهر عبد القادر محمد، تحت عنوان " تركيب الثورات العلمية " (دار النهضة العربية، بيروت، ١٩٨١) .

أما الترجمة الثانية فقد قام بها شوقى جلال، تحت عنوان " بنية الثورات العلمية " (سلسلة عالم المعرفة ، العدد (١٦٨) الكويت، ديسمبر ١٩٩٢) .

يتم عبر " أزمة " Crisis، يعجز خلالها النموذج السائد عن احتواء أو تفسير المزيد من الوقائع التجريبية، مما يُفسح الطريق أمام النموذج الجديد ليتقدم ممسكاً بدفة التوجيه الفكرى للعلماء والباحثين. فإذا ما تم هذا الانتقال، كان ذلك بمثابة " ثورة " تقطع الصلة تماماً بين النموذجين، أو بين المفاهيم النظرية الأساسية فى العلم قبل الثورة وبعدها<sup>(٢٧)</sup>.

يُعبّر " كون " عن ذلك بعبارة بليغة فيقول : " إن ما كان يبدو لرجل العلم قبل الثورة فى صورة بط، أصبح يبدو له - بعدها- فى صورة أرانب" <sup>(٢٨)</sup>.

ومعنى ذلك أن تاريخ العلم- فى نظر " كون " - ليس مجرد أحداث وكشوفات مترابطة ومتراكمة زمنياً، وإنما هو سلسلة من الثورات المتتالية، تفصل بين حقبة علمية مختلفة إدراكياً ومفاهيمياً، وأن النظريات العلمية- أو النماذج الإرشادية- الجديدة ليست نتيجة منطقية ولا تجريبية للنظريات السابقة عليها، وإنما هى لا قياسية وحقائقها نسبية<sup>(٢٩)</sup>.

٥ - وقد نتفق مع " كون " فى أن هناك ثمة أزمة تسبق ظهور النموذج الجديد، لكن ذلك لا يعنى أننا نكون بإزاء أزمة مَرَصِيَّة تحمل فى رحمها ثورة تقتضى التغيير التام، لكنها فى الحقيقة أزمة نمو وتطوُّير، تتيح للعلم اكتساب أرض جديدة على صعيد المعرفة البحثية ، وتوسُّع منى نظرة العلماء إزاء الكون بأبعاده المختلفة وهو ما يدفعنا إلى القول - على خلاف " كون " بأن ما كان غامضاً أمام العلماء فى صورة البط، أصبح

---

(27) Op. Cit, P. 111 .

(28) Ibid.

(٢٩) شوقى جلال : مقدمة الترجمة العربية الثانية لكتاب " كون " بنىة الثورات العلمية ، ص ١٢ .

واضحاً بالنموذج الجديد، وقد يأتي نموذج آخر فيجعله أكثر وضوحاً.

خذ مثلاً نسق " نيوتن " الميكانيكي. كان هذا النسق نموذجاً إرشادياً لفيزياء القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، حتى جاء " أينشتين " و " ماكس بلانك " بنظريتهما فى النسبية والكمّ ، لتمثلاً معاً نموذجاً إرشادياً لفيزياء القرن العشرين. لكن ذلك لا يعنى فى الحقيقة سقوط النسق النيوتونى وتراجعهُ إلى الأبد أمام النسبية والكمّ، ذلك أن قوانين " نيوتن " لا تزال كافية لتفسير التجربة العادية ، بل لقد كانت كافية تماماً لكى تحمل الإنسان إلى القمر ثم تعيده إلى الأرض سالماً. أما دقة النسبية - مثلاً - فلا نحتاج إليها إلا فى حالات خاصة ، كحالة السرعات التى تقترب من سرعة الضوء<sup>(٣٠)</sup>.

ويؤكد " أينشتين " نفسه هذه المقولة فيقول : " إن ابتكار النسبية إنما يرجع بالضرورة إلى مجرد الرغبة فى جعل النظرية الفيزيائية تتفق على قدر المستطاع مع الحقائق المشاهدة ... إننا لا نواجه هنا عملاً ثورياً، بل استمراراً لاتجاه بدأ منذ أجيال. إن التخلي عن أفكار معينة عن الفضاء والزمن اعتبرت من قبل أساسية لا يجوز اعتباره عملاً تعسفياً ، ولكنه تمشياً مع الحقائق المشاهدة " <sup>(٣١)</sup>.

من الخطأ إذن القول أن نموذج البحث فى نظريتى النسبية والكمّ قد

---

(٣٠) روبرت م. أغروس & جورج ن. ستانيسو : العلم فى منظوره الجديد (ترجمة كمال خليلي، سلسلة عالم المعرفة، العدد (١٣٤) ، الكويت، فبراير ١٩٨٩) ص ١٢٠-١٢١ .

(٣١) ألبرت أينشتين: أفكار وآراء ( مجموعة مقالات مجمعة ، ترجمة رمسيس شحاتة ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٨٦ ) ص ١١ .  
وأنظر أيضا : صلاح عثمان:الاتصال واللاتماهى بين العلم والفلسفة ، ص ١٥٤-١٥٥ .

حل محل نموذج البحث في نظرية " نيوتن " كبديل عنها، ذلك أن الفارق بين النماذج الثلاث إنما هو فارق في المدى والدرجة ، لا فارقاً في الجوهر ، هذا فضلاً عن أن التعديل في إحدى النظريات إنما يحدث بوسائل مختلفة ، ويتناول أجزاء مختلفة أو يجرى على مستويات متباينة : مستوى المعنى الفيزيائي، أو مستوى الأداة الرياضية ، أو مستوى الأساس المنطقي، أو مستوى التفسير الفلسفي ... ولن يكون التحول ثورياً إلا عندما نعيد النظر تماماً في الأسس الفيزيائية والمنطقية والفلسفية لنظرية ما مجتمعة<sup>(32)</sup>، وهذا ما لا ينطق به تاريخ العلم، فكل نموذج جديد ما هو إلا خطوة على طريق البحث نحو آخر أكثر شمولاً وإتساعاً، بمعنى أن الباحث يستطيع- مع التزامه بالنموذج الجديد- أن يفهم القديم ، ويدرك مواطن القصور فيه والأسباب التي أدت إلى تجاوزه، وهو ما يعنى - بعبارة أخرى - إتصال المعارف العلمية دون فجوات ثورية تخل بترتيبها الزمنى عبر تاريخ العلم.

وعلى أية حال ، فإن قولنا باتصال النماذج العلمية لا يعنى إنتقاء القول بالانفصال على طول الخط ، بل إن ثمة علاقة جدلية تجمع بين هاتين المقولتين ( الاتصال- الانفصال) في مركب فريد، نُمثل فيه للمعارف العلمية بدرجات سُلّم منفصلة ومتصاعدة دوماً ، لكنها متصلة ومترابطة من الجانبين بقوائم رأسية تحقق وحدتها واستمراريتها ، وتتيح لمن يعتلى إحدى الدرجات استيعاب السوابق منها فهماً وإدراكاً، والتطلع في الوقت ذاته إلى ارتقاء درجات أخرى، توسع من مدى الرؤية وتجعلها

---

(32)Polikarov, A. : Science and Philosophy , Bulgraian Academy of SC.,  
Sofia , 1973 , P. 82.

نقلًا عن شوقي جلال : مقدمة الترجمة العربية لكتاب " كون " بنيسة الثورات العلمية ، ص ١٧ .

أكثر وضوحاً.

وبهذا المركب الجدلى لا يُصبح الحاضر مجرد نفي قطعى للماضى أو إنكار له، كما لا يغدو مجرد استمرار ميكانيكى لمسار الماضى أو إضافة كمية له، لكنه يأتى دائماً ومعه كيف جديد ، يندر بشق طريق جديد لم يتراءى للقدامى ولم يرد لهم بحال، بحكم أحوالهم المعرفية الأسبق وبالتالي الأضيق والأكثر قصوراً<sup>(٣٣)</sup>.

ولقد كان فيلسوف العلم الفرنسى " جاستون باشلار " و G.Bachleard (١٨٨٤-١٩٦٢) قريباً من هذا التصور بنظريته فى جدلية التقدم العلمى<sup>(\*)</sup>، لولا أنه مال دون سند منطقى إلى جانب القول بالانفصال<sup>(٣٤)</sup>، فأصبح و " كون " شريكين فى اتجاه واحد يصعب قبوله بسهولة .

- 
- (٣٣) يمنى طريف الخولى : الطبيعيات فى علم الكلام من الماضى إلى المستقبل (دار قباء للطباعة والنشر والتوزيع ، القاهرة ، ١٩٩٨ ) ، ص ٥٤ .
- (\*) النظرية الجدلية هى المركب الجامع بين نظريتي " التراكم " و " الثورة " فى تفسير طبيعة التقدم العلمى ، ويُعد " جاستون باشلار " من أبرز ممثلها فى القرن العشرين . لمزيد من التفاصيل، أنظر كتب باشلار:
- تكوين العقل العلمى ( ترجمة خليل أحمد خليل ، ط٢، المؤسسة الجامعية للنشر، بيروت، ١٩٨٢ ) .
  - الفكر العلمى الجديد( ترجمة عادل العواء، مراجعة عبد الله عبد الدائم، ط٢، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع ، بيروت، ١٩٨٣ ) .
  - العقلانية التطبيقية ( ترجمة بسام الهاشم ، ط٢، دار الشؤون الثقافية العامة، وزارة الثقافة والإعلام، بغداد ، ١٩٨٧ ) . وأنظر أيضاً :
  - يمنى طريف الخولى : مشكلة العلوم الإنسانية (دار الثقافة ، القاهرة، ١٩٩٠)
- الفصل الأول : العلوم الطبيعية : منطق تقدمها، ص ١٥-٤٣ .
- (٣٤) يمنى طريف الخولى : الطبيعيات فى علم الكلام ، ص ٥٥ .

## الفصل الثاني

### النماذج والتمثيل في العلم

#### أولاً: الاستدلال التمثيلي : المعنى والتطور :

٦ - ذكرنا فيما سبق ( ف٢ ) أن العلاقة بين النموذج وبين الأصل المراد وصفه وتفسيره بهذا النموذج هي علاقة " تمثيل " Analogy ، فإذا أردنا مثلاً وصف حركة الإلكترونات حول نواة الذرة " مثلناها " بحركة الكواكب حول الشمس، وإذا أردنا وصف الكهرباء وسريانها في الموصلات المختلفة " مثلناها " بتيار الماء المتدفق خلال أنبوب ، وإذا أردنا وصف القدرة الميكانيكية لآلة ما " مثلناها " بقدرة الحصان (\*) . horse power .

وهكذا ... فالنموذج هنا هو بمثابة " نظام " واضح ومألوف، له سمات معينة تُماثل أخرى موجودة في الأصل، وبهذا التماثل الجزئي نستطيع نقل السمات الأخرى للنموذج إلى الأصل، ومن ثم الاستفادة بها في فهمه وتفسيره.

يمكننا إذن تعريف التمثيل بأنه " استدلال ، يخلص إلى تمتع الشيء بسمة معينة ( أى بصفة أو بعلاقة ) إنطلاقاً من تشابهه مع الأشياء الأخرى في سمات أساسية . وعلى أساس قياس التمثيل تتسبب إلى الشيء

---

(\*) من المعروف أن " قدرة الحصان " هي وحدة لقياس القدرة الميكانيكية لآلة ما، وتساوي القدرة اللازمة لرفع ٧٥ كيلو جرام مسافة متر واحد في الثانية .

See : Academician G. Landsberg (ed) " Text book of elementary physics" , Trans. From Russian by A. Troitsky , Mirr pub., Moscow, 1972 , Vol. (1) , sec. 4.21., P. 181.



هذه أو تلك من الصفات أو العلاقات" (٣٥) .

والتمثيل أصلاً حدّ رياضيّ يعنى تساوى النسب Equality of ratios<sup>(٣٦)</sup> فإذا قلنا مثلاً أن النسب ١ : ٢ ، ٢ : ٤ ، ٤ : ٨ ، ٨ : ١٦ ... متماثلة، فإنما نعنى بذلك أنها متساوية القيمة. هكذا نجد المصطلح عند "إقليدس" ، وبهذا المعنى أيضاً نجده عند "فيثاغورث" ، حيث عنى به تساوى النسب بين أطوال الأوتار المنتجة للנגمات المتوافقة فى السلم الموسيقى<sup>(٣٧)</sup>.

كذلك نجد المصطلح فى فلسفة " أفلاطون " ، لا سيما محاوره الجمهوريّة، حيث استخدمه لوصف العلاقة بين الأشياء المحسوسة ونظائرها الكاملة والثابتة فى عالم المثل<sup>(٣٨)</sup>. فالمثال عند " أفلاطون " هو مبدأ الوجود المحسوس، وهو الشئ فى ذاته، والأجسام الخارجيّة أشباح له. وهو أيضاً مبدأ المعرفة ، لأن النفس إن لم تكن حاصلّة عليه لا تعرف كيف تُطلق على الأشياء أسماءها، ولا تستطيع أن تحكم عليها، فالمثل هى المعايير الدائمة للحقائق والأشياء<sup>(٣٩)</sup>.

أما " أرسطو " فقد كان أول من استخدم التمثيل كمنهج ، وذلك فى عرضه لنظريته فى غائية الكون ، إذ بدأ بملاحظة الإنسان فى نشاطه

---

(٣٥) ألكسندرا غيتماتوفا : علم المنطق ( لم يرد اسم المترجم، دار التقدّم، موسكو، ١٩٨٩ ) ص . ٢٥٩ .

(36) Runes (ed), " Dictionary of Philosophy , "Ahelix book , publised by Rowman & Allanheld publishers, Totowa , N.J, 1984 , item "Analogy", P. 26.

(37) Ibid, item : " Analogy of Pythagoras" , P. 26.

(38) Op. Cit.

(٣٩) مجمع اللغة العربيّة : المعجم الفلسفى ( تصدير إبراهيم بيومى مذكور، الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية، القاهرة، ١٩٨٣ ) مادة " نموذج أول "، ص ٢٠٥ .

اليومى وسلوكه الخلقى، ورأى أن كل أعماله موجهة لأهداف ، كما لاحظ أن الدولة نسقٌ متماسك من الأفراد والمؤسسات يُحقق كل منها غايات محددة، ثم عمم " أرسطو " هذه الخاصية الإنسانية على الكون بالإجمال، ليعلن أن " الطبيعة لا تفعل شيئاً عبثاً "، وأنها " تسعى دائماً نحو الأفضل"، للنبات أهداف فى نموه، وللسلوك الحيوانى أغراض، بل إن عالم الكواكب والنجوم موجه فى حركاته نحو هدف سام، هو تحقيق نظام كونى رائع<sup>(٤٠)</sup>.

من جهة أخرى، عرف فقهاء المسلمين " التمثيل " فى وقت مبكر من حضارة الإسلام، وجعلوه منهجاً لهم فى قياس المجهول من أمور الأحكام على ما هو معلوم منها بالكتاب والسنة، وهو ما عُرف بقياس الغائب على الشاهد. لكن التمثيل عند المسلمين اختلف تماماً عما كان عليه عند "أرسطو"، فإذا كان " أرسطو " قد حصر الاستدلال فى أنواع ثلاث، هى القياس والاستقراء والتمثيل، إلا أن القياس وحده هو المؤدى عنده إلى اليقين، فى حين يؤدى الاستقراء - ما عدا الاستقراء التام - والتمثيل إلى نتيجة ظنية. أما التمثيل عند المسلمين فيؤدى غالباً إلى اليقين<sup>(٤١)</sup> (\*) حتى وإن اتسم بنزعة تجريبية رفض " أرسطو " أن تكون لها قوة البرهان

(٤٠) محمود فهمى زيدان : مناهج البحث الفلسفى ( الهيئة المصرية العامة للكتاب، فرع الإسكندرية ، ١٩٧٧ ) ص ٣٨ .

(٤١) على سامى النشار : نشأة الفكر الفلسفى فى الإسلام ( ط٨، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨١ ) ج ١ ، ص ٤٠ .

(\*) أقام المنطق الأرسطى هذه التفرقة بين أنواع الاستدلال على أساس من النظر إلى الناحية الصورية، إذ لما كان القياس صورياً بحثاً - من حيث كونه حركة فكرية يتم الانتقال فيها من حكم عام إلى حكم خاص بواسطة الحد الثالث - بينما يستند الاستقراء والتمثيل إلى مادة القضايا، كان القياس وحده يقينياً. وعلى الرغم من حرص الفقهاء على نفي المماثلة بين قياسهم وبين التمثيل الأرسطى، وإلا أدى ذلك إلى الشك فى أغلب الأحكام الشرعية التى لا تستند مباشرة إلى نص من -

الصورى ، فلسنا هنا بإزاء مسائل نظرية ينطبق فيها العام على الخاص كما هو الحال فى منطق " أرسطو " ، وإنما احتياجات عملية وثيقة الصلة بالمعاملات فى أمور الدين والدنيا، ولا يُقاس فيها الشبيه بالشبيه أو النظير بالنظير إلا تأسيساً على العلة الجامعة بينهما<sup>(٤٢)</sup>.

ولقد أصبح التمثيل فى الحقبة الحديثة والمعاصرة منهجاً عاماً وشائعاً فى الفلسفة والعلم على حدٍ سواء، حتى لقد ذهب أحد الباحثين إلى أن " المنهج السليم للميتافيزيقا ما هو إلا صورة متطرفة للحجة التمثيلية<sup>(٤٣)</sup>، فى حين يذهب علماء المناهج إلى أن " التمثيل كثيراً ما

---

=كتاب أو حديث ، إلا أنهم لم يتعجلوا الحكم بإفادته اليقين على نحو مطلق، لأن ما هو عن اجتهاد لا يرقى إلى درجة الحكم المُنزَل. حقا لقد استند قياس التمثيل الإسلامى إلى فكرة العلية (أو السببية) ، بمعنى أن لكل معلول علة، أو أن الحكم ثبت فى الأصل لعلّة كذا، كما استند إلى فكرة الإطاراد فى وقوع الحوادث، بمعنى أن العلة الواحدة إذا وُجدت فى ظروف متشابهة أنتجت معلولاً متشابهاً، إلا أن العلاقة بين العلة والمعلول لا تحكمها لديهم ضرورة عقلية كما كان الحال عند " أرسطو " ، وإنما تتفاوت هذه العلاقة من علة تقضى إلى المعلول قطعاً، إلى أخرى تقضى إليه ظناً، إلى ثالثة تقضى إليه شكاً، إلى رابعة تقضى إليه وهماً، إلى خامسة لا تقضى إليه بتاتاً. لا مجال إذن للعة الصورية عند المسلمين، وإنما هو استدلال مادى عملى له شروط وقواعد، فصلها الفقهاء بما يتناسب والمتغيرات البيئية والزمنية للمجتمع الإسلامى .

لمزيد من التفاصيل أنظر :

- على سامى النشار : مناهج البحث عند مفكرى الإسلام واكتشاف المنهج العلمى فى العالم الإسلامى ( دار المعارف ، الإسكندرية ، ١٩٦٧ ) .
- على سامى النشار : نشأة الفكر الفلسفى فى الإسلام، ج١، ص ٣٥-٤٥ .
- أحمد محمود صبحى : هاؤم إقرأوا كتابيه (مكتبة النهضة العربية، بيروت، ١٩٩٧) ص ص ١٥١ - ١٧٩ .

(٤٢) أحمد محمود صبحى: المرجع المذكور، ص ١٥٧ .

(43) Korner , S. : Fundamental questions in philosophy, Penguin university books , Middlesex , 1971, P: 34. =

يكون أساساً لتنبؤات علمية قيمة، ومنطلقاً لطرح الفرضيات... ومن ثم فإنه يشكل أداة لا غنى عنها في بناء النظريات، ووسيلة لرسم الحدود التي في إطارها تكون هذه النظريات صالحة للتطبيق " (٤٤).

### ثانياً: أنواع التمثيل :

٧ - إذا كنا نتحدث عن أنواع مختلفة من " القياس " أو " الاستقراء " كأن نقول مثلاً : هذا قياس حملي أو شرطي ، أو نقول : هذا استقراء تلم أو ناقص أو تقليدي أو رياضي ، فبإمكاننا أيضاً التحدث عن أنواع مختلفة من التمثيل. ولكي نقف على هذه الأنواع لابد وأن نتناول التمثيل على ثلاثة مستويات يؤدي كل منها إلى الآخر : أولها طبيعة التمثيل ، وثانيها نوع المعلومات الصورية المسحوبة من شئ على آخر ( من النموذج إلى الأصل) ، وثالثها درجة اليقين التي تتسم بها تلك المعلومات.

فعلى المستوى الأول نستطيع التمييز بين تمثيل صوري Formal analogy وآخر مادي Material a.، حيث ترتبط طبيعة التمثيل بطبيعة التشابهات القائمة بين النموذج والأصل، فإن كانت صورية كان التمثيل صورياً، وإن كانت مادية كان التمثيل مادياً. وعلى المستوى الثاني يُمكننا التمييز بين تمثيل بالصفات وآخر بالعلاقات، وهو تمييز يكتسب شرعيته من أن المعلومات الصورية المنقولة من النموذج إلى الأصل لا تخرج عن كونها صفات أو علاقات. أما المستوى الثالث فنفرق من خلاله بين تمثيل موجب Positive a. (أو قوى) ، ويعطى نتيجة يقينية، وتمثيل سالب Negative a. (أو كاذب) ، ويؤدي إلى نتيجة كاذبة، وتمثيل محايد

---

-نقلًا عن محمود فهمي زيدان : مناهج البحث الفلسفي ، ص ٣٧ .  
(٤٤) المعجم الفلسفي المختصر ( ترجمة توفيق سلوم ، دار التقدم، موسكو، ١٩٨٦ )  
مادة " المماثلة " ص ٤٧٩ .

Neutral a. (أو غير قوى) ويؤدي إلى نتيجة احتمالية .

ومن الواضح مدى التداخل بين هذه المستويات الثلاث، فلكي نعرف درجة يقين التمثيل لابد وأن نقف مسبقاً على نوع المعلومات المستقاة من النموذج ومدى جوهريتها، ولكي نقف على نوع المعلومات لابد وأن ننظر أولاً في طبيعة التمثيل. دعنا إذن نتناول كل نوع من الأنواع السابقة على حدة .

### أ - التمثيل الصوري :

[ ٧ - ١ ] - ترتبط طبيعة التمثيل كما ذكرنا بطبيعة التشابهات القائمة بين كل من النموذج والأصل . لكن ذلك لا يعنى فى الحقيقة ارتباطها بطبيعة النموذج ذاته، فقد يكون النموذج مادياً، ومع ذلك فإن التشابهات بينه وبين الأصل لا تبدو أن تكون تشابهات صورية. وقد ضربنا مثلاً لذلك من قبل بالنموذج الهندسى للمنزل، فرغم كونه نموذجاً مادياً، إلا أن ارتباطه بالمنزل الفعلى لا يتجاوز تشابه العلاقات القائمة بين أجزاء كل منهما.

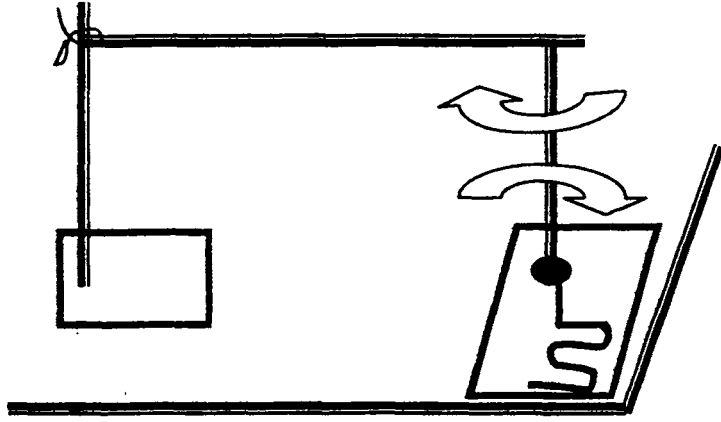
التمثيل الصورى إذن ما هو إلا تمثيل لبنية مجردة أو لتشاكل (ف٢) بين النموذج والأصل، بمعنى أن لهما نسقاً رياضياً واحداً، وأن العلاقات الاستنباطية والأكسيوماتيكية الصورية الرابطة بين أفراد ومحمولات هذا النسق هى هى بعينها فى كل منهما، أو فنقول أن ثمة تناظر correspondence بين أفراد ومحمولات النسق وبين مقابلاتها فى كل من النموذج والأصل<sup>(٤٥)</sup>. ومادام النسق الرياضى واحداً، فمن الممكن وجود أكثر من نموذج للظاهرة الأصلية موضع الدراسة ، بما فى ذلك النسق الرياضى ذاته.

---

(45) Hesse : Models and Analogy in science , Op. Cit, P. 355

ولعل أشهر مثال فيزيائي للتمثيل الصوري هو ما نجده من تشابه بين ذبذبات البندول المتأرجح *Swinging pendulum* ، وذبذبات الدائرة المهتزة *oscillating circuit* . الأولى ميكانيكية ، والثانية كهربائية ، وكلاهما ينمذج الحركة الموجية ، كما يحكما نسق رياضياً واحد. ولكي ندرك مدى التشابه بينهما ينبغي أن نوضح أولاً آلية عمل كل منهما.

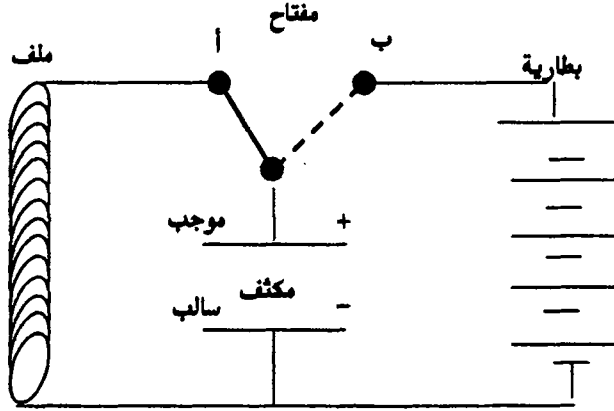
فالبندول جسمٌ معلق، بحيث يكون مركز جاذبيته متعامداً مع نقطة التعليق، وحينئذ نقول أنه في موضع الاتزان *equilibrium* . فإذا ما انحرف عن موضع الاتزان - بفعل قوة خارجية - تأرجح من وإلى الخلف، وأحدث ذبذبات حرة *free oscillation* (شكل {١}).



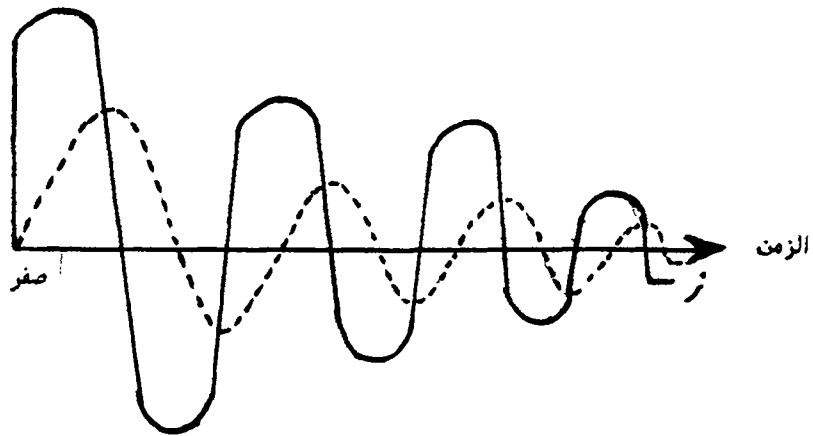
**شكل [١]**

**نموذج لذبذبات البندول الميكانيكية**

وتُعرف المسافة بين موضع البندول وهو ساكن، وبين موضعه وهو في أقصى سرعته بـ " السعة " amplitude، ويتوقف مقدارها على قوة الدفع الأولية التي حركت البندول<sup>(46)</sup>.



شكل [١-٣] الدائرة المهتزة



شكل (٣-٢) نموذج للذبذبات الكهربائية للدائرة المهتزة

(46) Text book of elementary physics , Op. Cit, Vol. (3), sec. 3.1. , PP. 16-17.

أما الدائرة المهتزة فهي نسق فيزيائى يتألف من ملف ومكثف وبطارية ومفتاح. فى الوضع الموضح بالشكل (٢-١) تكون الدائرة فى حالة إتزان، حيث يخلو المكثف من الشحنة نتيجة لعدم مرور التيار. وبإزاحة المفتاح إلى الوضع (ب) تُفتح الدائرة، ويتم شحن المكثف بلوحيه الموجب والسالب، ويتولد بذلك مجال كهربائى بين لوحي المكثف يُخترن فيه مقداراً من الطاقة. فإذا أزحنا المفتاح مرة أخرى إلى الوضع ( أ ) ، انفصل المكثف عن البطارية ، وأصبحت الدائرة مغلقة . حينئذ تبدأ الذبذبات الكهربائية الحرة فى الدائرة (شكل ٢-٢)، حيث يمر تيار كهربائى لحظى من اللوح الموجب للمكثف إلى اللوح السالب ماراً بالملف، ويتبادل لوحي المكثف شحنتيهما الموجبة والسالبة . وبمرور التيار فى الملف يتولد له مجال مغناطيسى يخترن الطاقة التى كانت موجودة فى المجال الكهربائى للمكثف، لتتم بذلك العملية العكسية . وهكذا يحدث باستمرار تبادل للطاقة بين المجالين حتى ينعدم التيار، ومن ثم الذبذبات، نتيجة لمقاومة الملف والأسلاك الأخرى<sup>(٤٧)</sup>.

ننظر الآن فى طبيعة التشابهات القائمة بين النسقين : الميكانيكى والكهربائى ، وهو ما يتضح من خلال النقاط التالية<sup>(٤٨)</sup>.

- أ - القوة المؤثرة على البندول من الخارج عند بدء الحركة تماثل القوة الدافعة الكهربائية للبطارية *electromotive force* فى الدائرة .
- ب - إزاحة البندول عن موضع الإتزان تماثل شحن المكثف، ومن ثم فإن طاقة الوضع *Potential energy* للبندول تماثل طاقة المجال الكهربائى *energy of electric field* للمكثف .

(47) Ibid , Vol. (3) , sec. 3.2., PP. 59-61 .

(48) Ibid , Vol. (3) , sec. 3.3., PP. 61-62 .



ج- سرعة البندول تماثل تدفق التيار فى الدائرة ، ومن ثم فإن  
طاقة الحركة Kinetic energy تماثل طاقة المجال المغناطيسى energy  
. of magnetic field

د - تضاؤل الذبذبات الميكانيكية بالاحتكاك، وتحول أجزاء من  
الطاقة إلى حرارة تدريجياً يماثل تضاؤل الذبذبات الكهربائية بمقاومة  
الملف والأسلاك، وتحول طاقة التيار إلى حرارة أيضا .

هناك إذن تناظر واحد بواحد بين مراحل عمل كل من البندول  
المتأرجح والدائرة الكهربائية المهتزة ، وهو ما يعنى فى النهاية أنهما  
نموذجان لنفس النسق الصورى .

#### ب - التمثيل المادى:

[٧ - ٢] - أما التمثيل المادى ففیه يكون النموذج بمثابة " متطابقة"  
replica (نسخة طبق الأصل) للنسق الأسمى parent system، وإن  
اختلفت أبعاد كل منهما بما تسمح به ظروف التجربة. هنا نجد ما هو أكثر  
من التمثيل الصورى، ففى هذا الأخير قد لا يوجد تشابه بين النموذج  
والأصل سوى ما تُعبر عنه علاقة التشاكل، لكن التطابق يعنى أيضاً  
وجود ما يمكن أن نسميه التشابهات المادية material similarities بين  
النسق الأسمى ومتطابقته. فلو نظرنا مثلاً إلى أجنحة الطائرة ومتطابقتهما،  
لوجدنا أنهما متشابهان فى الشكل والصلابة ، وقد يُصنعان من نفس  
المادة، وإن كانا مختلفين فى وجه واحد على الأقل، وهو الحجم<sup>(٤٩)</sup>. كذلك  
الحال بالنسبة للنماذج البلورية crystallographic models لمادة ما ،  
والتي نقول أنها متماثلة مادياً وصورياً نظراً لتشابه النسب الهندسية بين

---

(49) Hesse : Op. Cit, P. 355.

المستويات الذرية فيها<sup>(٥٠)</sup>.

ولا يقف التمثيل المادى عند حدود الجوامد ، بل يتعداه ليشمل عللم الأحياء، من ذلك مثلاً ما نراه فى ميدان الهندسة الوراثية ( أو هندسة الجينات genetic Engineering) من محاولات ( يُخشى تطبيقها على الإنسان) لاستنساخ<sup>(\*)</sup> كائنات حية مماثلة بيولوجياً ووراثياً للكائنات المستنسخ منها، وهى المحاولات التى أثارَت- ولا تزال تثير - عاصفة

---

(50)Text book elementary of physics , Vol. (1) , sec. 15.4., PP. 427-428.

(\*) كانت أولى المحاولات الناجحة للاستنساخ هى تلك التى أعلن عنها فى الأسبوع الأول من مارس عام ١٩٩٧ ، حيث أعلن علماء معهد " روزلين" فى جنوب إندنبره باسكتلندا عن ميلاد أول نعجة تتم ولادتها عن طريق الاستنساخ الجسدى، أى عن طريق أخذ خلية ناضجة من ثدى نعجة حامل، ووضع نواتها فى بويضة نعجة أخرى، بعد تفريغها من النواة التى تحمل جيناتها الوراثية، وعندما بدأت عملية الانقسام ، تم وضع النطفة فى رحم نعجة ثالثة، لتتم بذلك ولادة النعجة "دوللى" ، ولتكون نسخة متطابقة وصورة طبق الأصل من النعجة الأولى التى تم أخذ الخلية الجسدية من ضرعها.

ولم تلبث الضجة التى أحدثها مولد " دوللى" أن تهدأ ، حتى خرج فريق من العلماء فى معهد " أوريجون" لبحوث الأوليات بالولايات المتحدة ، ليعلنوا خبر ولادة أول توأم من قرود " الريموس" ، وهى من الثدييات، تلك الفصيلة التى ينتمى إليها الإنسان، والأقرب شبيهاً إليه ، عن طريق الاستنساخ الجنسى ، أى عن طريق التقاء الحيوان المنوى بالبويضة ، وتكوين أجنة مستقلة من الخلايا المنقسمة خارج الرحم، حيث تكون هذه الأجنة متطابقة ومتشابهة من حيث الشكل والتركيب الجينى. وما كان لهذه المحاولات أن تتجح لولا ما سبقها من بحوث فى مجال البيولوجيا الجزيئية ، لا سيما اكتشاف الشفرة الوراثية لجزئ الـ D.N.A ، الذى يبرمج الصفات الوراثية للكائن الحى .

لمزيد من التفاصيل ، انظر :

- محمد سعيد الحفار : البيولوجيا ومصير الإنسان ( سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، نوفمبر ١٩٨٤) العدد (٨٣) ، ص ١٠٩ وما بعدها .-

من الجدل الصاخب فى الأوساط العلمية والدينية .

### جـ- التمثيل بالصفات :

[ ٧ - ٣ ] - التمثيل بالصفات هو الشق الأول من التمثيل  
الصورى. وفيه تربط بين شيئين فرديين ( أو مجموعتين من الأشياء) من  
خلال التشابهات القائمة بين صفات كل منهما .

وصورة قياس التمثيل بالصفات فى المنطق التقليدى هى (٥١): -

الشيء ( ق ) يتمتع بالصفات ( أ ، ب ، ج ، د ) ، هـ ، و .

الشيء ( ك ) يتمتع بالصفات ( أ ، ب ، ج ، د )

∴ من المحتمل أن الشيء ( ك ) يتمتع بالصفتين ( هـ ، و )

وكمثال على ذلك يمكن إيراد صفات الماء الموجية والصفات  
المماثلة لها فى الضوء، أو تماثل أعراض المرض بين شخصين مختلفين،  
أو تماثل الصفات الشكلية بين كل من المثلث والهرم، أو بين الدائرة  
والكرة ، ... وهكذا .

والاحتمال فى نتيجة القياس السابق يعنى أن النتيجة قد تكون يقينية،  
فقد تبين مثلاً أن البنية الجيولوجية لهضبة جنوب أفريقيا تتشابه من نواح  
كثيرة مع البنية الجيولوجية لهضبة شرق سيبيريا . ففى عروق الألماس  
بجنوب أفريقيا عُثر على معدن ضارب للزرقة. وبالصدفة اكتُشف هذا

---

= - ستيفانى يانسنسكى : هندسة الحياة - العصر الصناعى للبيوتكنولوجيا (ترجمة  
أحمد مستجير ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٩٠) . ص ص ٣٣ وما  
بعدها .

- عبد الهادى مصباح: الاستساح بين العلم والدين ( الهيئة المصرية العامة للكتاب،  
القاهرة ، ١٩٩٨ ) .

(٥١) ألكسندرا غيتمانوفا : علم المنطق ، ص ٢٥٩ .

المعدن الضارب للزرقة عند مصب أحد الأنهار بـ " ياقوتيا " ( فى سيبيريا ) . وباستخدام قياس التمثيل خلص الجيولوجيون إلى القول باحتمال وجود مخزونات من الألماس فى ياقوتيا أيضا . وقد ثبتت صحة هذا القياس، إذ أصبحت ياقوتيا مصدراً لكميات كبيرة من الألماس<sup>(٥٢)</sup>.

#### د - التمثيل بالعلاقات :

[ ٧ - ٤ ] - وهو الشق الثانى من التمثيل الصورى ، حيث نربط فيه بين النموذج والأصل إنطلاقاً من تشابه العلاقات بين أجزاء كل منهما. فإذا كان لدينا النسقان ( أ ع ب ) و ( ح ع د ) ، فإن العلاقتين ع ، ع ، متماثلتان دون أن تكون أ متشابهة مع ح ، أو ب مع د . ومثال ذلك نموذج " رنفرورد " لبنية النرة ، الذى بناه على أساس تماثل العلاقات بين الشمس والكواكب من جهة ، وبين نواة النرة والإلكترونات ، ولكن الشمس ليست مشابهة لنواة النرة ، ولا الكواكب مشابهة للإلكترونات<sup>(٥٣)</sup>.

من أمثلة التمثيل بالعلاقات أيضا ، تلك التمثيلات التى تستند إليها استنتاجات " علم البيونيكيا " Biomics (علم دراسة الأشياء والعمليات فى الطبيعة الحية بهدف استخدام المعارف المحصلة فى الأجهزة التكنيكية الحديثة) . ومن ذلك مثلاً أن " الخفاش " يُصدر عند الطيران موجات فوق صوتية ، ثم يلتقط انعكاساتها من على سطح الأشياء، فلا يخطئ التوجه فى الظلام. وقد استخدم الإنسان هذا المبدأ فى تصميم الرادار<sup>(٥٤)</sup>.

---

(٥٢) نفس المرجع ، ص ٢٦٠ .

(٥٣) نفس المرجع السابق ، ص ص ٢٦٠-٢٦١ .

(٥٤) نفس المرجع ، ص ٢٧٢ .

## هـ - التمثيل الموجب :

[ ٧ - ٥ ] - وسواء أكان التمثيل مادياً أو صورياً ، صفاتياً أو علاقياً ، فإنه إما أن يكون موجباً أو محايداً أو سالباً . وهو أمر يتوقف على مدى قوة التشابهات القائمة بين النموذج وبين النسق الأصلي ، ومدى جوهريتها .

والتمثيل الموجب يعنى وجود ترابط قوى وضرورى بين سمات التشابه وبين السمة المنقول من النموذج إلى الأصل ، مما يعنى قطعاً صدق النتيجة ويقتينيتها . وصورة قياس التمثيل القوى فى المنطق التقليدي هي (٥٥) : -

الشيئ ( ق ) يتمتع بالصفات ( أ ، ب ، ج ، د ) ، هـ .

الشيئ ( ك ) يتمتع بالصفات ( أ ، ب ، ج ، د )

ومن جملة السمات ( أ ، ب ، ج ، د ) تلزم بالضرورة هـ

∴ الشيء ( ك ) يتمتع حتماً بالسمة هـ .

ويمكن أن نتحقق من صحة هذا القياس وصدق نتيجته بوضعه فى صورة رمزية حديثة . فإذا رمزنا لمجموعة السمات ( أ ، ب ، ج ، د ) بالرمز ( ل ) ، وللسمة ( هـ ) بالرمز ( م ) ، وللشيئ ( ك ) بالرمز ( ن ) ، وأبقينا على ( ق ) كما هى ، أمكننا القول :

كلما كانت ق كانت ل و م

وكلما كانت ن كانت ل

وكلما كانت ل كانت م

∴ كلما كانت ن كانت م

أو كلما كانت ن كانت ل و م

---

(٥٥) نفس المرجع ، ص ٢٦١ .

ومن الواضح أننا حيال قياس شرطى خالص متصل، له ثلاث مقدمات: تعبر الأولى منها عن النموذج وما يتمتع به سمات ملحوظة، أما الثانية فتشير إلى الأصل وما يتمتع به من جزء من سمات النموذج، وتأتى الثالثة مثبتة للترابط الضرورى بين سمات النموذج. أما النتيجة فتأتى مثبتة لمتنع الأصل بالجزء الآخر من سمات النموذج، أو بكل سمات النموذج التى يتمتع أصلاً بجزء منها .

ونضع الصورة الرمزية السابقة فى صيغة دالة بلغة نظرية حساب القضايا (\*) على النحو التالى :

$$\{ [ ( م \cdot ل ) \subset ( ن \subset ل ) ] \cdot [ ( ل \subset م ) \subset ( ن \subset م ) ] \}$$

أو

$$\{ [ ( م \cdot ل ) \subset ( ن \subset ل ) ] \cdot [ ( ل \subset م ) \subset ( ن \subset م ) ] \}$$

ونستطيع البرهنة على صدق هاتين الدالتين باستخدام قوائم الصدق، حيث تأتى جميع القيم تحت الثابت الرئيسى - وهو التضمن الرابع - صادقة . نكتفى بالبرهنة على الدالة الأولى كما يلى :

---

(\*) لمزيد من التفاصيل حول المصطلح الرمزي لنظرية حساب القضايا ، انظر : محمد محمد قاسم : نظريات المنطق الرمزي " بحث فى الحساب التحليلي والمصطلح " دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية ، ١٩٩١ ( الفصول من الثانى إلى السادس.

ث.ر  
↑

(ن = م)			ص	[ق = (ل . م) . [(ن = ل) . (ل = م)]											
ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص
ص	ص	ك	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ك	ص	ص	ص	ص
ك	ك	ص	ص	ك	ك	ص	ك	ص	ص	ص	ك	ك	ك	ص	ك
ك	ص	ك	ص	ك	ك	ص	ك	ص	ص	ص	ك	ك	ك	ص	ك
ص	ص	ص	ص	ص	ص	ك	ك	ك	ك	ص	ك	ص	ك	ك	ص
ص	ص	ك	ص	ص	ص	ك	ص	ك	ص	ك	ك	ص	ك	ك	ص
ك	ك	ص	ص	ك	ص	ك	ك	ك	ك	ص	ك	ك	ك	ك	ص
ك	ص	ك	ص	ك	ص	ك	ص	ك	ص	ك	ك	ك	ك	ك	ص
ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ك
ص	ص	ك	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ك	ص	ص	ص	ك
ك	ك	ص	ص	ك	ك	ص	ك	ص	ص	ص	ك	ك	ك	ص	ك
ك	ص	ك	ص	ك	ك	ص	ك	ص	ص	ص	ك	ك	ك	ص	ك
ص	ص	ص	ص	ص	ص	ك	ك	ك	ك	ص	ك	ص	ك	ك	ك
ص	ص	ك	ص	ص	ص	ك	ص	ك	ص	ك	ص	ص	ك	ك	ك
ك	ك	ص	ص	ك	ص	ك	ك	ك	ك	ص	ك	ك	ك	ك	ك
ك	ص	ك	ص	ك	ص	ك	ص	ك	ص	ك	ص	ك	ك	ك	ك

↓

ولكى نستخرج قيم صدق الثابت الرئيسي قمنا بإجراء الخطوات

التالية:

- ١ - وضع الاحتمالات المختلفة ( صدق ص ، كذب ك ) للمتغيرات الأربع بواقع ستة عشر احتمالاً لكل متغير حسب الترتيب التالي :
- ثمانية احتمالات للصدق ومثلها للكذب للمتغير (ق) ، أربعة احتمالات للصدق ومثلها للكذب للمتغير (ل) على التوالي، احتمالان للصدق ومثلها للكذب للمتغير (م) على التوالي ، ثم احتمال صدق واحتمال كذب على التوالي للمتغير (ن) .

٢ - استنتاج قيم صدق دالة الوصل ( ل . م ) طبقاً لقاعدة الوصل القائلة بصدق الدالة فى حالة صدق عنصرها معاً، وكذبها فيما عدا ذلك.

٣ - استنتاج قيم صدق دالات اللزوم: الأولى بين ( ق، الوصل الأول ) ، والثانية بين ( ن ، ل ) ، والثالثة بين ( ل ، م ) ، والرابعة بين ( ن،م) وذلك طبقاً لقاعدة اللزوم القائلة بأن الدالة تصدق فى كل الحالات ما عدا حالة صدق المقدم وكذب التالي .

٤ - استنتاج قيم صدق دالة الوصل الثالثة الرابطة بين دالة اللزوم الثانية ودالة اللزوم الثالثة.

٥ - استنتاج قيم صدق دالة الوصل الثانية الرابطة بين دالة اللزوم الأولى ودالة الوصل الثالثة .

٦ - استنتاج قيم صدق دالة اللزوم الرابع- وهو الثابت الرئيسى فى القياس - بين الوصل الثانى واللزوم الخامس، حيث تظهر كل القيم صادقة، مما يؤكد صدق القياس واتساق مقدماته مع نتيجته .

وقد أفضنا فى شرح قياس التمثيل الموجب وتبيان مدى صدق نتيجته لأنه أساس بناء النماذج فى العلم، وإن كان الركون إليه بمفرده أمراً يُخل بأهم خصائص المعرفة العلمية ، أعنى نسبية تلك المعرفة وتقريبيتها ، فكل قياس فى العلم يُعطى دائماً مع خطأ محتمل، والاعتراف بهذا الخطأ المحتمل هو المنفذ الذى يجرى خلاله تعديل المعرفة العلمية وإثرائها<sup>(٥٦)</sup>.

لكن التمثيل الموجب يمكن أن يكون مقبولاً بمفرده فى نطاق

---

(٥٦) محمد محمد قاسم : المدخل إلى فلسفة العلوم ( دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٩٦ ) ص ٢١ .



البراهين الرياضية والمعادلات التفاضلية. من ذلك مثلاً أن صياغة سمات التشابه بين المثلثات تقوم على هذا النوع من التمثيل " إذا كانت زوايا المثلث الثلاثة متساوية مع زوايا مثلث آخر، كان هذان المثلثان متشابهين". ومن ذلك أيضاً ما نراه من تماثل قوى بين قانون كولوم Coulomb law فى الكهرباء (نسبة إلى عالم الفيزياء الفرنسى " تشارلز كولوم" (١٧٣٦-١٨٠٦) . والقائل بأن " قوة التجاذب أو التنافر بين شحنتين نقطويتين تتناسب طردياً مع حاصل ضرب شحنتيهما وعكساً مع مربع المسافة بينهما " ، وبين قانون " نيوتن " العام فى الجاذبية ، والقائل بأن " قوة الجذب المتبادل بين جسمين تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكساً مع مربع المسافة بينهما " .

$$\text{فصيغة الأول : } ق = \frac{\text{ش}_1 \times \text{ش}_2}{\text{ف}^2}$$

(حيث ش<sub>١</sub> الشحنة الأولى ، ش<sub>٢</sub> هى الشحنة الثانية، ف هى المسافة بينهما ، أما ث فهى ثابت يتوقف على كيفية اختيار وحدات القياس وصفات الوسط الذى يجرى فيه تفاعل الشحنات ) .

$$\text{وصيغة الثانى : } ق = \frac{\text{ك}_1 \times \text{ك}_2}{\text{ف}^2}$$

(حيث ك<sub>١</sub> هى الكتلة الأولى، ك<sub>٢</sub> هى الكتلة الثانية، ف هى المسافة بينهما ، ث ثابتة الجاذبية).

وكما نلاحظ لدينا هنا تمثيل موجب وقوى، ولكن فى حدود الصياغة الرياضية ، بمعنى أن هناك تماثل صورى علاقى بين موضوعين مختلفين ( شحنتين كهربائيتين وجسمين ) تعبر عنه صيغ متماثلة البنوية<sup>(٥٧)</sup>.

(٥٧) غيتما نونا : علم المنطق ، ص ص ٢٦٨ - ٢٦٩ .

## و- التمثيل المحايد :

[ ٦ - ٧ ] - لا ينبغي إذن أن نركن إلى مجموعة التشابهات القائمة بين النموذج والأصل بوصفها الأطر الوحيد للتمثيل ، حتى ولو كانت قوية، فكل نموذج مقترح ينطوي أيضا على مجموعة من الاختلافات الفارقة بينه وبين الأصل . هذه الاختلافات نسميها " تمثيلاً سالباً " ( أو كاذباً) . أما إذا تساوت التشابهات والاختلافات، أو إذا كنا على جهل بما تمثله خواص النموذج من هاتين المجموعتين، فإن التمثيل هنا يكون محايداً ، ريثما ترجح كفة إحدى المجموعتين على الأخرى<sup>(٥٨)</sup>.

والتمثيل المحايد - كما ذكرنا - يؤدي إلى نتيجة احتمالية ، فإذا رمزنا إلى الحكم الصادق بـ ١ ، وإلى الحكم الكاذب بـ ٠ ، فإن درجة احتمال النتائج في التمثيلات المحايدة تقع بين ٠ ، ١ ، أى أن  $١ < ح < ٠$  . حيث ترمز ( ح ) إلى درجة احتمال النتيجة المستخلصة بهذا التمثيل . ولزيادة درجة احتمال الاستنتاجات القائمة على التمثيل المحايد ( أو غير القوى ) ينبغي مراعاة جملة الشروط التالية<sup>(٥٩)</sup> :-

- ١ - يجب أن يكون عدد السمات المشتركة بين النموذج والأصل كبيراً قدر الإمكان.
- ٢ - يجب أن تكون السمات المشابهة أساسية وجوهرية، ذلك أن التمثيل القائم على تشابه سمات غير جوهرية أمر مميز للتفكير غير العلمي.
- ٣ - يجب أن تكون السمات المشتركة غير متجانسة قدر الإمكان.
- ٤ - ينبغي مراعاة نوعية نقاط الاختلاف ومدى أهميتها . فإذا كانت

---

(58) Hesse : Op. Cit, P. 356.

(٥٩) المرجع السابق، ص ص ٢٦٤ - ٢٦٥ .

الأشياء تختلف في سمات جوهرية فإن نتيجة قياس التمثيل قد تكون خاطئة .

٥ - السمة المسحوبة من النموذج يجب أن تكون من نفس نمط السمات المتشابهة.

### ز- التمثيل السالب :

[ ٧ - ٧ ] - على الرغم من أن معظم التمثيلات في العلم- والتي ضربنا لها أمثلة فيما سبق- قد أثبتت أنها نافعة ومثمرة ، إلا أن هناك اختلافات - كما أشرنا- بين النموذج والأصل ينبغي أخذها بالحسبان. وقد لا تظهر هذه الاختلافات في وقت مبكر من بناء النموذج، نتيجة لقصور معرفتنا ومحدوديتها، إلا أن إخضاع النموذج لسلسلة من العمليات الاستنباطية والتجريبية يؤدي حتماً إلى كشفها ، فيكون ذلك بمثابة تمهيد لتطوير النموذج أو استبداله بآخر<sup>(٦٠)</sup>.

التمثيل السالب إذن - ومن ثم الكاذب- قد يأتي عرضاً، نتيجة الجهل بقواعد بناء النماذج أو قصور المعرفة، لكنه أمر مفترض ووارد في مسيرة التقدم العلمي ، قد لا يقل أهمية عن التمثيل الموجب.

نضرب مثالا لذلك بالكهرباء. فالتيار الكهربائي كما نعرفه اليوم هو حركة جسيمات سالبة الشحنة (الإلكترونات) خلال موصل conductor فالإلكترونات هي " النموذج " الذي نعمل من خلاله الآن لتفسير الكهرباء، ولكن كيف نظر العلماء إلى الكهرباء خلال القرن الثامن عشر؟ ونجيب : من خلال نموذج آخر ، ألا وهو " الماء " المتدفق خلال أنبوب. ولقد كان هناك عدد كاف من التشابهات لتبرير هذا النموذج من قبل القائلين به،

---

(60) Barbet, A.H. : Mastering Philosophy , Op. Cit, P. 241 .

ولعل أبرزهم عالم الفيزياء الفرنسي " أندريه ماري أمبير " A.M.Ampere (1775-1836) ، وعالم الفيزياء الألماني " جورج سيمون أوم " G.S.Ohm (1787-1854) . فالماء ينساب عبر أنبوب عريض وقصير بطريقة أسهل من انسيابه عبر أنبوب ضيق وطويل. وكلما ازداد ضيق الأنبوب أو طوله ازدادت مقاومته لتيار الماء. وكذلك الحال بالنسبة للكهرباء، إذ يمكن أن نتحدث عن زيادة مقاومة الموصل ( أو السلك ) للتيار الكهربائي كلما كان أرق وأطول. وكما أننا نقيس تدفق الماء بالجالونات ( أو اللترات ) فى الثانية ، فإن " الكولوم " فى الثانية هو وحدة قياس التيار الكهربائي. هذا من جهة، ومن جهة أخرى يشكل الماء "ضغطا" عاليا عند اندفاعه من صهريج مرتفع، وكلما ازداد ارتفاع الصهريج عظم ضغط الماء الخارج منه إلى الأنبوب ، وكذلك الكهرباء ، فبقدر ما تكون القوة الدافعة الكهربائية للمصدر أعلى ، يكون ضغط التيار الكهربائي المار عبر سلك أعظم.

ومع أن هذه التشابهات - التى تعبر عن تمثيل موجب- كانت كافية لتبرير النظر إلى الكهرباء كمائع fluid متدفق ، إلا أن التمثيل ينهار فى عدد من الوجوه ليصبح تمثيلا ساليا ، ذلك أن نشاط هذا المائع المفترض لا يشبه بحال نشاط جزيئات الماء، كما أن خواصه الفيزيائية تختلف تماما عن خواص الماء، هذا فضلا عن اختلاف الآثار العملية لكل منهما. ولقد كان هذا التمثيل السالب مدعاة لإعادة النظر فى هذا النموذج ، حتى اكتشف الفيزيائي الإنجليزي "جوزيف طومسون" J. Thomson (1856-1940) الإلكترون عام 1896 خلال تجاربه فى مجال التفريغ الغازى Gas Discharge (أى مرور التيار الكهربائي فى غاز متأين) ، فأصبحت حركة الإلكترونات هى النموذج المعتمد لتفسير التيار

الكهربائي. حقا لقد نجح التمثيل الموجب بالماء في تفسير العديد من الظواهر الكهربائية وتقريبها إلى الفهم، لكن التمثيل السالب كان حافزا لمزيد من البحث في طبيعة الكهرباء بظواهرها الأخرى الغامضة<sup>(61)</sup>.

---

(61) Ibid.

وأنظر أيضا : متيشيل وبلسون : الطاقة (ترجمة مكرم عطية ، مراجعة نزيه الحكيم، دار الترجمة والنشر لشئون البترول ، بيروت، ١٩٧١) ص ص ٤٦-٤٧ .

## الفصل الثالث

### خصائص النموذج العلمي

٨ - يؤدي بنا البحث في أنواع التمثيل إلى بحث آخر يتعلق بالإجابة عن سؤال هام ، ألا وهو : " كيف تؤدي النماذج وظيفتها ؟ " . ولعل أفضل وسيلة للإجابة عن هذا السؤال هو أن ننظر في خصائص النموذج العلمي. فإذا كانت النماذج - بصفة عامة- أدوات لتشكيل الواقع، فلا بد وأن تكون للنموذج العلمي خصائص تميزه عن غيره ففى سبيل تحقيق هذا الهدف. ومع تعدد هذه الخصائص ، إلا أن ثلاثاً منها تبقى هى الأهم والأسبق، وهى على التوالى : القوة التفسيرية ، والقدرة على التنبؤ، والديناميكية . هيا نعرض بإيجاز لكل منها .

#### أولاً: القوة التفسيرية :

[ ٨ - ١ ] -نعنى هنا بالتفسير explanation ما يتمتع به النموذج من قدرة على تعقيل الظواهر أو الوقائع الطبيعية الغامضة وتقريبها إلى الفهم . ولا يختلف هذا المعنى عما ذكره " رونز " فى قاموسه الفلسفى ، إذ يُعرّف التفسير بأنه " العملية ، أو الأسلوب ، أو الوسيلة ، أو المنهج الذى نتبعه لكى نجعل واقعة ما - أو عبارة ما - مقبولة لدى العقل " (١٦).

ومن الطبيعى أن تتطوى عملية التعقيل تلك على عدة إجراءات، منها الوصف التكويني genetic description لعناصر الواقعة المراد تفسيرها، والكشف عما بينها من ترابطات سببية ، والتوضيح المنسق،

---

(62) Runes (ed) :Dictionary of Philosophy , item: "Explanation" , P. 119.

والعرض المنظم لتلك العناصر<sup>(٦٣)</sup>. وبهذه الإجراءات نخطو خطوة واسعة على طريق تعميم النموذج كنسق عقلي يفسر الواقعة قيد البحث وما يماثلها من وقائع. وهو ما يدفعنا إلى القول مع "رونز" بأن التفسير فى مجمله هو "البحث عن تعميمات generalizations -لنسق عقلى ما- بحيث تكون المتغيرات الواردة فى هذا النسق مترابطة وظيفيا بطريقة تتيح لنا حساب قيمة أى متغير منها إنطلاقا من معرفة قيم المتغيرات الأخرى" (٦٤).

والتفسير بهذا المعنى هو أولى خصائص النموذج العلمى. تشهد بذلك بنيته الصورية الرابطة بين عناصر مجموعة من الصفات أو العلاقات، هى فى النسق الأسمى غامضة ومنفصلة عن بعضها البعض. فالرابطة هنا رابطة بنائية استدلالية، تحقق عن طريق التمثيل الموجب وضوحا نسبيا للأصل. وباستبعاد التمثيل السالب تدريجيا، نصل رويدا رويدا إلى نموذج هو أقرب ما يكون إلى الأصل.

ولكى نقف على كيفية اكتساب النموذج لقوته التفسيرية، نعود إلى ما سبق أن ذكرناه من قبل ( ف ٣ ) من أن النموذج يستعين فى تفسيره للظاهرة الجزئية التى يمتدجها-والتي يمكن أن نسميها " موضوع التفسير" Explanandum<sup>(٦٥)</sup>- بنسق آخر واضح ومألوف، له سبق إيستمولوجى على تلك الظاهرة. قد يكون هذا النسق المؤلف نسقا تجريبيا أو رياضيا سابقا، يفسر آلية عمل إحدى ظواهر الطبيعة ( كنسق حركة الكواكب حول الشمس واستخدامه فى تفسير بنية الذرة )، أو يفسر آلية عمل إحدى

---

(63) Ibid.

(64) Ibid.

(65) Hesse : Models and Analogy in science , OP. Cit, P. 356.

التقنيات الحديثة ( كنسق إرسال واستقبال الإشارات فى شبكة الهواتف واستخدامه فى تفسير بنية المخ ) ، المهم أن يكون هذا النسق المألوف واضحا ومفهوما بالفعل، وهذا يعنى أنه يحمل معه ما يمكن أن نسميه بـ " النسيج المكشوف " Open texture ، أو " المعنى الفائض " Surplus meaning ، الذى يكشف لنا عن مجموعة من الترابطات associatoinis واللزومات implications القائمة بين عناصره، والتى يمكن نقلها بالتمثيل إلى " موضوع التفسير " . ولأن النموذج- بهذا المعنى الفائض- هو أغنى من موضوع التفسير، فإنه يفصح عن تصورات وعلاقات تصورية تفتقر إليها المعطيات التجريبية بمفردها<sup>(66)</sup>.

من جهة أخرى ، تقاس القوة التفسيرية للنموذج بمدى إمكانية الحصول على تنبؤات ناجحة، فإذا كان التفسير تعميما لنسق عقلى معين يقنن آلية عمل إحدى الوقائع، فإن التنبؤ الناجح بسلوك الوقائع المماثلة هو النتيجة اللازمة عن مثل هذا التعميم، ومن ثم التفسير. لننظر إذن فى التنبؤ كخاصية أخرى هامة للنموذج العلمى.

### ثانيا: القدرة على التنبؤ :

[ ٨ - ٢ ] - يهدف النشاط العلمى بصفة عامة، وبناء النماذج بصفة خاصة، إلى إيجاد أساليب تمكن الإنسان من تفهم الواقع المحيط به، والتنبؤ بأحداثه المستقبلية ، لا سيما تلك التى تتحدى بطبيعتها أسلوب الملاحظة المباشرة . ونعنى بالتنبؤ prediction قدرة النموذج على إمدادنا بمعلومات مسبقة عن شئ ما أو ظاهرة ما استنادا إلى تحليلات رياضية ومنطقية تتعلق بهذا الشئ أو تلك الظاهرة. ولذا نستبعد هنا محاولات التنبؤ " اللاعلمى " ، (كأخذ الفأل ، والتكهن الغيبى- والتنجيم -

(66) Ibid .



والتجلى) . كذلك نستبعد تلك التنبؤات التي ليست لها صفة علمية صارمة، ولا تعتمد على تحليل نظري للحوادث ولا على الشروط الطبيعية التي تجرى بموجبها ، إنما هي أقرب إلى القواعد المستخلصة من ملاحظات تجرى في الحياة اليومية، وتتجمع بمرور الزمن حتى تصبح قواعد لا تتمتع بالدقة العلمية ( ككتبؤ الإنسان العادئ بأحوال الطقس من حر وبرد ومطر )<sup>(٦٧)</sup> .

وكما نلاحظ من التعريف السابق، ترتبط القدرة على التنبؤ بالقوة التفسيرية للنموذج. فليس المقصود بالتفسير سوى أن نتأكد من أن الطبيعة في سيرها وحركاتها لا تسير حسب أهواء عمياء، وإنما تخضع لقوانين ( هي بمثابة نماذج لها) ، فإذا اكتشفنا تلك القوانين ( أو النماذج ) أمكننا فهم ما يحدث أمانا ، وأمكنا التنبؤ بما قد يحدث في المستقبل<sup>(٦٨)</sup>.

ويعنى ذلك مطالبة كل تفسير بأن يكون تنبؤاً ممكناً ، أو فنقل أن الحادث المراد تفسيره هو ذلك الذى كان وقوعه متوقعا<sup>(٦٩)</sup>.

ومن الطبيعى إزاء تفاوت القوة التفسيرية من نموذج إلى آخر أن تتفاوت أيضا درجات الدقة فى التنبؤ . ولعل أقدر النماذج على تقديم تنبؤات ناجحة هى تلك التى تتسم بالسمة الرياضية . نضرب مثالا نمطياً لذلك بقانون " نيوتن " العام فى الجاذبية ( ف ٧-٥ ) . فرغم قصور هذا القانون عن تفسير السلوك الشاذ للكوكب " عطارد " - والذى قام بتفسيره على نحو دقيق قانون " آينشتين " فى الجاذبية- إلا أنه - يمكن أن يؤدى

---

(٦٧) محمد عبد اللطيف مطلب : الفلسفة والفيزياء، ص ص ١٢٣-١٢٤.

(٦٨) محمود فهمى زيدان : الاستقراء والمنهج العلمى ( مؤسسة شباب الجامعة ، الإسكندرية ، ط ٤ ، ١٩٨٠ ) ص ١٤٤ .

(٦٩) كارل لامبرت وجوردن بريتان : مدخل إلى فلسفة العلوم ( ترجمة شفيقة بستكى،مراجعة فواد زكريا، وكالة المطبوعات ، الكويت، بدون تاريخ) ص ٥٧.

إلى نتائج بالغة الدقة فيما يتعلق بالجاذبية الكونية. وقد كان اكتشاف الكوكب " نبتون " دليلاً بارزاً على صحة هذا النموذج، هذا فضلاً عما يُتيحهُ اليوم من إجراء حسابات دقيقة للمسارات المعقدة لسفن الفضاء والأقمار الصناعية<sup>(٧٠)</sup>(\*) .

وإذا كان قانون " آينشتين " قد حل محل قانون " نيوتن " فى الجاذبية، فليس ذلك إلا تأكيداً للخاصية الثالثة من خصائص النموذج العلمى، ألا وهى الديناميكية التى تنقلنا من نموذج إلى آخر عبر مسيرة التطور العلمى.

### ثالثاً: الديناميكية :

[ ٨ - ٣ ] - الديناميكية Dynamism تعنى أن ملائمة النموذج لأصله ليست صفة استاتيكية ( مستقرة ) . فقد يتبين بتطور العلم أن

---

(٧٠) بلاجوفست سندوف : بعض مبادئ لصياغة النماذج الرياضية ( مقال بمجلة العلم والمجتمع ، ترجمة إبراهيم البرلسى، العدد المذكور سابقاً من المجلة) ص ١٩ . (\*) جاء اكتشاف الكوكب " نبتون " تأكيداً لدقة التنبؤات التى يمكن استنتاجها باستخدام قانون "نيوتن" العام فى الجاذبية. فانطلاقاً من الحسابات القائمة على هذا القانون، إعتقد العلماء قبيل منتصف القرن التاسع عشر بوجود كوكب آخر غير مكتشف فى المجموعة الشمسية ، وقد أخذ عالم الفلك الإنجليزى " جون آدمز " V.J.C. Adams (١٨١٩-١٨٩٢ ) ، ونظيره الفرنسى " لو فرييه " Le verrier (١٨١١-١٨٧٧ ) على عاتقهما حل هذه المسألة ، وطبقاً بحسبان مدار الكوكب المجهول ، فتوصلا إلى نتائج متطابقة. وقد اكتشف عالم الفلك الألمانى " جوهان جوتفريد جاله " J.G. Galle (١٨١٢-١٩١٠ ) هذا الكوكب " نبتون " بالفعل عام ١٨٤٦ قرب الموقع المحسوب.

انظر : محمد عبد اللطيف مطلب : الفلسفة والفيزياء ، ص ١٢٩ .  
وأيضاً: فيدل ألسينا : التحدى الأكبر ( مقال بمجلة الثقافة العالمية، ترجمة صلاح يحيواى ، المجلس الوطنى للثقافة والفنون الآداب ، الكويت، العدد (٣٠) السنة الخامسة، سبتمبر ١٩٨٦) ص ص ١٩-٢١ .

بعض النماذج غير ملائمة، أو غير صحيحة، ومن ثم يجب أن تُدقَّق أو تُكَمَّل أو تُصَحَّح أو تُتَبَذ ، رغم أنها عملت لبعض الوقت وكأنها ملائمة ، وساعدت على تقدم الحقل العلمي الذي استخدمت فيه<sup>(٧١)</sup>.

ومعنى ذلك أننا لا نملك في العلم نموذجاً مثالياً كاملاً، بل إن كل نموذج علمي عرضة دائماً للمراجعة والتعديل أو التبديل والتغيير. وهذه هي طبيعة العلم: نتناول النموذج بما قام عليه من فرضيات إقتضتها الملاحظة والتجربة والقياس، فنندرس مقدره هذا النموذج على التنبؤ في ضوء ما يستجد على الدوام من ملاحظات وتجارب وتحسين في أجهزة القياس، وبحسب ذلك نظل نعدل النموذج ، وقد نغيره برمته. وهذه الخطوة تعود بنا من حيث بدأنا، فيتكرر العمل بلا نهاية . لكننا في خطانا هذه المستجدة لا نسأل هل يطابق النموذج الحقيقة أم لا . إننا نعرف أنه نموذج لها لا أكثر ولا أقل، ونعرف أن غاية العلم هي تقريب نماذجه من الحقيقة على الدوام<sup>(٧٢)</sup>.

تناظر الديناميكية - بمعنى ما - تحطيم العلم الثوري للنموذج الإرشادي عند "توماس كون" في "بنية الثورات العلمية" ، كما تناظر تكذيب النظرية التفسيرية الكلية المقبولة عند "كارل بوبر" في "منطق الكشف العلمي" <sup>(٧٣)</sup> ، فكل نظرية أو محاولة حل- عند "بوبر" - يجب أن تُختبر بشدة قدر المستطاع. هذا الاختبار الشديد هو دائماً محاولة لاكتشاف نقاط الضعف الموجودة بها، أو هو بعبارة أخرى محاولة لتفنيدها

---

(٧١) محمد عبد اللطيف مطلب : الفلسفة والفيزياء ، ص ١٥٥ .

(٧٢) أحمد سليم سعيدان : مقدمة لتاريخ الفكر العلمي في الإسلام ، ص ص ٤٢-٤٣

(٧٣) يمني طريف الخولي: الطبيعيات في علم الكلام ، ص ٥٦ .

أو لتكذيبها<sup>(٧٤)</sup>. فالمعرفة ليست جامدة ، وإنما هي في نمو دائم مطرد، ومن ثم فهي في حاجة إلى نظريات مفتوحة وليست مغلقة ، نظريات تكون أكثر قدرة على التطور والتقدم نحو أعلى درجة من الصدق، ولن يتأتى ذلك للنظرية إلا إذا كانت تحوى في جنباتها بعض العناصر التى تحتل التكذيب. ولن تكون النظرية كذلك إلا إذا كانت شاملة وعامة، وتغضى وتفسر أكبر قدر من الظواهر ، فإذا ما حاولنا- طبقا لخطة "بوبر" أن نستبعدها كان علينا الإتيان ببديل لها<sup>(٧٥)</sup>.

نضرب مثلا شهيرا لعملية تعديل النموذج، ثم تغييره، بمحاولات تفسير الظواهر الحرارية عبر تاريخ العلم، حيث استخدم العلماء فى مطلع العصر الحديث فكرة قديمة عرفت باسم نظرية السيل الحرارى caloric وهى نظرية كانت تستند إلى اعتقاد شائع بأن الحرارة إنما هى سيل غير مرئى يدعى " حرارياً " ويتدفق داخل أية مادة حين تسخن ، ثم يغادرها حين تبرد. ولقد حظيت هذه الفكرة بقدر من التهذيب والتطوير حتى أصبح فى وسعها تقديم تفسير مرض لكل الظواهر الحرارية التى كانت معروفة فى عصرها، وإليك فروضها الأساسية كما حددها العلماء عام ١٧٧٩ :

- السيل الحرارى سائل مرن ذو جزيئات يدفع كل منها الآخر.

- الجزيئات الحرارية تخضع لجذب شديد من جزيئات المواد الأخرى، والمواد المختلفة تجذب السيل الحرارى بدرجات متفاوتة من الشدة.

---

(٧٤) كارل بوبر : الحياة بأسرها حلول لمشاكل . (ترجمة بسهاء درويش، منشأة المعارف ، الإسكندرية ، ١٩٩٨) ص ٣٥.

(٧٥) محمد محمد قاسم : كارل بوبر، نظرية المعرفة فى ضوء المنهج العلمى (دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٨٦) ص ١٦٤.

- السيل الحرارى لا يفنى ولا يستحدث.

- السيل الحرارى يكون مدركا أو كامنا، أى مشعورا به أو مختزنا، وهو فى هذه الحالة الأخيرة " يمتزج كيميائيا " مع جزيئات المادة لتحويل الجامد سائلا والسائل بخارا.

- ليس للسيل الحرارى ثقل ممكن الإدراك .

ومن اليسير علينا أن نفهم كيف تعمل هذه النظرية. فكون جزيئات المواد تجتذب الجزيئات الحرارية كان يفسر لماذا تسخن الأشياء. وكونها تتدافع كان يفسر لماذا يبدو أن معظم الأشياء تتمدد حين يملؤها السيل الحرارى. ومادامت أصناف مختلفة من المادة تستطيع اجتذاب السيل الحرارى بدرجات متفاوتة الشدة، فإن المواد المختلفة تستطيع امتصاص مقادير متفاوتة من الحرارة، أى أن لها حرارات نوعية مختلفة. أما الحرارة الكامنة فتفسيرها فى امتزاج السيل الحرارى امتزاجا كيميائيا بجزيئات المادة وتحويله هذه المادة إلى حالة جديدة . فالماء- بمقتضى هذه النظرية ، ليس إلا جليدا ممتزجا بالسيل الحرارى ، أما البخار فماء ممزوج بكمية أكبر من هذا السيل .

على أنه إذا كان السيل الحرارى موجوداً بالفعل- فيما تساءل العلماء- فإن الشئ إذ يسخن ينبغى أن يكن أثقل منه وهو بارد. وقد جرب دعاة النظرية هذه النقطة بأساليب مختلفة دون طائل، وإذ ذلك اكتفوا بتعديل نظريتهم، مضيفين أن السيل الحرارى عديم الثقل. لكن هذا التعديل لم يصمد أمام الملاحظات الجديدة التى كشفت عنها تجارب العلماء منذ أوائل القرن التاسع عشر ، لا سيما تجارب الفيزيائى الأمريكى "بنجامين طومسون" B. Thompson (1753-1814) ، والألمانى "روبرت ماير" R. Mayer (1814-1878) ، والإنجليزى "جيمس

جول" J. Joule ( ١٨١٨-١٨٨٩ )، وهو ما استدعى نبذ النظرية برمتها، لتحل محلها النظرية الحركية القائلة بأن الحرارة نتيجة طبيعية للحركة الاحتكاكية لجزيئات المادة<sup>(٧٦)</sup> . وقس على هذا المثال كافة نظريات العلم المختلفة.

ونختم حديثنا بالإشارة إلى الخطوات الأساسية لاستراتيجية التقدم العلمي كما تعبر عنها خصائص النموذج العلمي<sup>(٧٧)</sup> :-

[ أ ] احترام الواقع العيني وملاحظته.

[ب] اختيار بعض الظواهر الطبيعية المناسبة وجمع المعلومات الهامة عنها.

[ج] إعداد نموذج يفسر اختلاف هذه المعلومات.

[د] استخدام هذا النموذج في التنبؤ بالحوادث المستقبلية.

[هـ] إخضاع النموذج للفحص التجريبي لمعرفة مدى صحته.

[و] استخدام النموذج علمياً في حدود صحته.

[ز] تعديل النموذج بما يتفق مع المعطيات الخارجة عن حدوده، والبحث عند الاقتضاء عن نموذج آخر، أى العودة إلى الخطوة (جـ) .

---

(٧٦) انظر : ميتشيل ويلسون: الطاقة ، ص ص ٣٤-٣٥ .

وأيضاً صلاح عثمان : الاتصال واللاتماهي بين العلم والفلسفة ، ص ص ١٥٦ وما بعدها.

(٧٧) جورج ماركس واينر توث : النماذج فى تدريس العلوم ، ص ٤٢ .

## تعقيب على الباب الأول

٩ - تناولنا في هذا الباب ثلاثة مباحث مترابطة، تضع القارئ أمام تخطيط عام لفكرة النموذج ودورها في البحث العلمي والمعرفة الإنسانية. ويمكن إيجاز ما سبق من صفحات في النقاط التالية :

[ ٩ - ١ ] - تعد صياغة النماذج وسيلة الإنسان الرئيسية لسبر أغوار الواقع وهضم ظواهره . بدءاً بالكلمات الدالة على الأشياء والأفكار، مثل " الأثير " و " المجال " و " الذرة " و " الإلكترون " ... ، ومروراً بالأشكال الهندسية المختلفة ، وأبسطها " المربع " و " المثلث " و " الدائرة " و " المكعب " ... ، ووصولاً إلى الأنساق الرياضية، مثل قوانين " نيوتن " والكمّ والنسبية الخاصة والعامة .. وغيرها. وقد يجمع النموذج الواحد بين هذه الأنواع الثلاث فيسمى نموذجاً فكرياً، وقد تكون له بالإضافة إلى ذلك بنية مادية تتيح إجراء التجارب المتعذر إجرائها على الأصل . ومن ثمّ يمكن تعريف النموذج بصفة عامة بأنه " نظام مُجسّم أو مُتصور فكرياً، يعكس الموضوع المدروس عكساً مناسباً، أو يعيد توليد بعض الصفات والعلاقات النوعية للموضوع المدروس بطريقة تماثلية ( ف ٢ ، ٣ ) . هذا المعنى للنموذج يختلف عما قال به فيلسوف العلم الأمريكي " توماس كون " في كتابه " بنية الثورات العلمية " ، حيث جعل من النموذج إطاراً فكرياً موجهاً للبحث العلمي في مجتمع معين ولزمن معين، بحيث يعنى تغيير النموذج السائد إنفصلاً تاماً بينه وبين النموذج الجديد والقائلين به. وهو ما نختلف فيه مع " كون " ، إذ لا يمكن أن تغفل مقولة الاتصال في مسيرة التقدم العلمي ، ولعل الأفضل أن نقول بمركب جامع من (الانفصال - الاتصال) ، لا يصبح فيه الحاضر مجرد نفى قطعى للماضى، أو استمرار ميكانيكي له، بل يحمل معه دائماً كيفاً جديداً منبثقاً

من الماضى، وإن كان لم يتراءى للقدامى بحكم حدودهم المعرفية الأضيق  
(ف ٤ ، ٥) .

[ ٩ - ٢ ] - العلاقة الرابطة بين النموذج وبين الموضوع  
المدروس هي علاقة تمثيل، تقوم على تشابه كل منهما فى سمات أساسية  
بارزة ، ومن ثم يمكن نقل السمات الأخرى للنموذج إلى الأصل (ف ٦) .  
ويحفل تاريخ الفلسفة والعلم باستخدامات مختلفة للتتمثيل كمصطلح ومنهج،  
لا سيما عند " إقليدس" و " فيثاغورث" و " أفلاطون" و " أرسطو" ،  
وغيرهم من فلاسفة وعلماء العصر الحديث وعالمنا المعاصر، هذا فضلاً  
عن استخدام فقهاء المسلمين له فى قياس المجهول من أمور الدين والدنيا  
على ما هو معلوم منها بالكتاب والسنة ( ف ٦).

والتتمثيل أنواع ، فهو إما أن يكون مادياً أو صورياً وفقاً لطبيعة  
التشابهات القائمة بين النموذج والأصل ، فإن كانت مادية كان التتمثيل  
مادياً، وإن كانت صورية كان التتمثيل صورياً. هذا من جهة ، ومن جهة  
أخرى قد يكون التتمثيل صفاتياً أو علائقياً، وهو تمييز يستند إلى كون  
المعلومات الصورية المنقولة من النموذج إلى الأصل لا تخرج عن كونها  
صفات أو علاقات. ومن جهة ثالثة قد يكون التتمثيل موجباً أو سالباً أو  
محايداً، وهو أمر يتوقف على درجة اليقين التى تتسم بها المعلومات  
المنقولة من النموذج إلى الأصل ، فإن كان اليقين قوياً كان التتمثيل موجباً،  
وإن كان ضعيفاً كان التتمثيل سالباً ، وإن كان متوسطاً كان التتمثيل محايداً  
(ف ٧ ، ١ - ٧ ، ٢ - ٧ ، ٣ - ٧ ، ٤ - ٧ ، ٥ - ٧ ، ٦ - ٧ ، ٧ - ٧) .

[ ٩ - ٣ ] - ولكى ندرك كيف تؤدي النماذج وظيفتها ، ننظر فى  
خصائص النموذج العلمى ، وأهمها ثلاث : القوة التفسيرية ، والقدرة على  
التنبؤ ، والديناميكية . نقول أن للنموذج قوة تفسيرية إذا كانت له قدرة



على تعقيل الظواهر، ووصف الأنساق الرياضية التي تعمل بموجبها،  
ووسيلة النموذج في ذلك هي استعارة إحدى الأنساق السابقة المألوفة،  
والتي هي قريبة الشبه من النسق الأصلي المراد تفسيره (ف ٨-١) .  
ونقول أن للنموذج قدرة على التنبؤ إذا كان بإمكانه أن يزودنا بمعلومات  
صحيحة مسبقة عن الظاهرة قيد البحث، بحيث تستند هذه المعلومات إلى  
أساس علمي (ف ٨-٢) . ونقول أخيراً أن النموذج ديناميكي إذا كان  
يقبل التعديل أو التغيير (ف ٨-٣) . وما لم يتصف النموذج بهذه  
الخصائص الثلاثة ، فلن يكون نموذجاً علمياً.

# الباب الثاني

## النماذج العلمية وتشكيل الواقع

" النماذج هي التعبير المنظم عن العناصر

الضرورية لأي مشكلة بمصطلحات وحدود فيزيائية "

ج. ن. ي. جيفرز



## تمهيد :

١٠ - إذا كانت المعرفة الإنسانية بأنماطها المختلفة معرفة بالنماذج، فمن البديهي أن تتعدد أنواع النماذج بتعدد المعارف النوعية بصفة عامة وتعدد الأنساق العلمية بصفة خاصة. فقد يكون النموذج مثلاً فلسفياً أو فنياً أو أسطورياً... إلى غير ذلك من أنواع النماذج اللاعلمية، وهذه جميعاً تتسم بكونها نماذج ثابتة، تتطلق من رؤى ذاتية، وتحكمها توجهات مذهبية. لا توصف بالصدق أو بالكذب، ذلك أنها لا تقبل التحقيق أو التكذيب، وإنما توصف بأنها مقبولة أو غير مقبولة، بقدر اقتناعنا بها وميلنا إليها، وتلك كما نعلم أمور نسبية، تختلف من شخص إلى آخر، ومن جماعة إلى أخرى.

لكن النموذج من جهة أخرى - قد يكون علمياً، يتسم بالديناميكية، وبقدرته على التفسير والتنبؤ بطريقة علمية، بمعنى إمكان تحقيقه أو تكذيبه، ومن ثم إقراره أو تعديله، أو استبداله بآخر أكثر تحقيقاً لمطالب العقل، وأكثر توافقاً مع معطيات الواقع.

نركز في هذا الباب على ثلاثة أنواع مترابطة من النماذج العلمية، هي على الترتيب: النموذج اللغوي، والنموذج المنطقي، والنموذج الرياضي. ويرجع تركيزنا على هذه الأنواع الثلاث إلى الأسباب التالية:

أ - النموذج اللغوي يفترض ما غداه من النماذج - علمية كلنت أو غير علمية - فكل نموذج لا بد وأن يصاغ بالضرورة في لغة، وإلا ظل مجرد فكرة في ذهن صاحبه، لا تكتسب قيمتها المعرفية إلا بتحقيق الوجود اللغوي " الفيزيائي " لها، سواء أكانت اللغة التي تصاغ بها هذه الفكرة عادية أو مثالية، طبيعية أو صناعية.

لا شك أن اللغة هي القاسم المشترك بين مختلف النماذج تقريباً، لكن لغة العلم لها خصوصيتها الفارقة بينها وبين أنواع اللغات الأخرى . لا شك أيضاً أن النموذج العلمي قد يتم التعبير عنه بأشكال ورسومات هندسية ، لكن هذه الأخيرة كما سنرى - شأنها شأن الكتابة - مجرد علامات أو نماذج ثانوية تقتفر إلى المعنى الكامن في النموذج الصوتي الأصلي، وهو الكلمة المنطوقة .

ب - وليست اللغة سوى كلمات تعبر عن أشياء، أو قضايا تُعبر عن تصورات ومواقف. وقد تترابط الكلمات والقضايا - بسيطة ومركبة - لتؤلف نسقاً استنباطياً محكماً ، تأخذ فيه القضايا برقاب بعضها البعض وفقاً لمبادئ وقواعد المنطق ، وهو ما يؤدي بنا إلى النموذج المنطقي الذي يُميز كافة الأنساق العلمية . فما من نسق علمي إلا واستند في بنائه إلى فكرة الاستنباط المنطقي، حتى وإن حوت مقدماته قضية تجريبية أو أخرى، أو دعمت التجربة بعض مبرهناته بطريق مباشر أو غير مباشر. وهكذا يمكننا القول أن كل نسق علمي هو في الوقت ذاته نموذج منطقي فوق كونه نموذجاً لغوياً .

ج - ومنذ أن أطلق " جاليليو " عبارته الشهيرة - ذات الأصل الفيثاغوري - القائلة بأن " الطبيعة كتاب مفتوح ، كتبه الله بلغة الأعداد وعلاقاتها " ، أصبحت الرياضيات لغة رسمية لعلوم الطبيعة، فأثمر ذلك تقدماً ملحوظاً في فهم الطبيعة وحركاتها بمستوياتها المختلفة . ولم تلبث العلوم الإنسانية أن حذت حذو العلوم الطبيعية ، ابتغاءً لدقة النتائج والتنبؤات، فأصبح الرمز الرياضي هو اللبنة الأساسية في بناء النموذج العلمي، بل لقد أصبح هذا الأخير من حيث الشكل نموذجاً رياضياً خالصاً، وإن كان مضمونه طبيعياً أو اجتماعياً أو اقتصادياً أو سياسياً .. الخ .

وكأننا إذن حين نعرض لهذه الأنواع الثلاثة من النماذج العلمية،  
إنما نعرض لثلاثة ملامح أساسية مميزة للنموذج العلمي : الملمح اللغوي،  
والملمح المنطقي ، والملمح الرياضى ، وإن كان ذلك لا يمنع إمكان تناول  
الواحد منها منفصلاً ، كأن نتناول مثلاً الكلمات، أو القضايا المنطقية، أو  
الرموز الرياضية كنماذج مُصغرة ، تدخل فى تكوين نماذج أكبر وأوسع  
هى الأنساق العلمية الكاملة . لا يمنع ذلك أيضاً إمكان السبق الأنطولوجى  
لأى منها على الآخر، فلننا نبحت هنا فى رد نموذج إلى آخر ، وإنما فى  
الوظيفة الإستمولوجية لكل منها .



## الفصل الرابع النموذج اللغوي

١١ - لعل أول نموذج استخدمه الإنسان لتمثيل أفكاره ونقلها إلى الآخرين هو النموذج اللغوي. فليست اللغة سوى مجموعة من الرموز (أو الكلمات) جُبل الإنسان على صياغتها وتصنيفها بما حباه الله به من عقل، وما زوده به من أعضاء تتيح له النطق بها .

ولكى ندرك مدى تميز الكلمات - كوحدات أساسية للغة - عما عداها من وحدات مماثلة ، ينبغي أن ننظر أولاً في مفهوم " العلامة " Sign . ويمكن تعريف " العلامة " بأنها " ذلك الشيء الذي نتخذه مشيراً يدل على وجود شيء سواه ، إما لأن الشئيين قد وجدناهما دائماً مرتبطين ، كالدخان الذي يكون علامة على وجود النار، والبرق الذي هو علامة على أن صوت الرعد وشيك الوصول، وانطباع قدم آدمية على الرمل ودلالته على أن إنساناً قد وطئ المكان.. وهكذا، وإما لأن الناس قد اتفقوا على أن يكون أحد الشئيين دالاً على الآخر ، كالنور الأحمر ودلالته في حركة المرور " (١).

ورغم وضوح هذا التعريف، إلا أنه لا يُميز الكلمات بسمة خاصة، إذ ليست بهذا المعنى سوى علامات متفق على مدلولاتها، وهو ما تنبه له الفيلسوف وعالم اللغة الأمريكي " تشارلز بيرس " Charles S.Pierce (١٨٣٩-١٩١٤)، حين ميز بين ثلاثة أنواع أو أنماط للعلامة ، أولها

---

(١) زكي نجيب محمود : من زاوية فلسفية ( ط٣ ، دار الشروق، بيروت ، القاهرة، ١٩٨٢ ) ص ١٠٠ .



العلامة الأيقونية iconic ، حيث تشبه العلامة المرجع الذى تشير إليه مثل صورة القطار، وثانيها العلامة الإشارية indexical ، التى ترتبط سببياً بمرجعها مثل الدخان الذى يشير إلى الحريق ، وثالثها العلامة الرمزية symbolic ، وهى التى ترتبط عشوائياً أو عفويماً arbitrary بمرجعها، ومنها كلمات اللغة<sup>(٢)</sup>.

وكما نلاحظ فإن " بيرس " يميز الكلمات بكونها علامات رمزية، تتسم بأن مدلولها اتفاقى. وسواء قبلنا هذه السمة الأخيرة أم لم نقبلها (ف١٤) ، فإن قوة الرمز تكمن فى كونه لا يقتصر على مجرد الدلالة Significance – بحيث يكون هناك فقط طرف " دال " من جهة ، وطرف " مدلول عليه " من جهة أخرى- بل يضيف الرمز إلى مجرد الدلالة شحنة عقلية ووجدانية يراد لها أن تضع السامع أو الرائي للكلمة فى موقف عقلى وسلوكى معين.خذ مثلاً كلمة " الكهرباء " ، فالكلمة نفسها هنا هى " الدال " ، ومسامها هو " المدلول عليه " <sup>(\*)</sup>، لكن الكلمة من شأنها أن تضع المتلقى لها فى موقف عقلى معين يحمل " المعنى " وما

---

(٢) عبد العزيز حمودة : المرايا المحدبة ، من البنيوية إلى التفكيك (سلسلة عالم المعرفة ، الكويت، العدد ٢٣٢ ، أبريل ١٩٩٨) ص ٢٦٨.

See also Alston, W.P. : Philosophy of Language , Prentice – Hall , INC, Englewood Cliffs, N. J., 1964, P.55.

(\*) كان من الممكن القول أن المدلول عليه هنا هو " سيل الإلكترونات السارى فى الموصلات " ، لكن هذه الجملة وفقاً لمفهوم " فريجه " عن قضية الهوية identity proposition ، ونظرية " رسل " فى الأوصاف Theory of Description ، ما هى إلا " اسم علم مركب " compound proper name ، أو " وصفاً فريداً محددًا " يتميز منطقياً عن الاسم الدال من جهة ، وعن مدلوله المادى من جهة أخرى، ولذا فضلنا القول أن المدلول عليه هو مسمى الكلمة ذاتها. لمزيد من التفاصيل عن " اسم العلم المركب " عند " فريجه " و " نظرية الأوصاف " عند " رسل " ، انظر : -

يرتبط به من أفكار عن القوة والضغط والمقاومة والطاقة والضوء.. الخ ، هذا فضلاً عن موقف سلوكي يدفعه إلى الحذر في التعامل مع هذا الشيء المسمى "كهرباء" وتجنب الصعق به ، أو تطويعه من أجل الاستفادة منه. هكذا إذن كلماتنا : نوعٌ جزئى واحد من العلامات نسميه الرموز ، أو فلنقل النماذج . لكنها نماذج من نوع مختلف عما ألفناه من قبل ، فليس ثمة تطابق أو تشابه أو تشاكل ( ف ٢ ) بين النموذج اللغوي وبين ما يشير إليه في عالم الحس أو عالم الخبرات النفسية . لا شك أن الكلمات- أصواتاً وترقيمات- ما هى إلا نماذج مادية ، ولكن ما أبعد الفرق بين "موجات صوتية" أنطق بها ، أو "قطرات من مداد" أخطها على الورق ، وبين ما تشير إليه من أشياء<sup>(٣)</sup>. على أن ذلك لا يعنى انقطاع الصلة تماماً بين الكلمات والأشياء ، فالأولى تمثل الثانية ، كما أن إدراك الأشياء محكوم جزئياً بذخيرة الكلمات التى تكمن فيها الإدراكات<sup>(٤)</sup>. ومن ثم فالصلة بينها تكمن فى المعنى أو التصور العقلى الذى يدخل وسيطاً بين الرمز أو النموذج اللغوي وبين ما يشير إليه أو يمتدحه .

١٢ - ومن شأن هذا التمييز للكلمات أن يضع حداً فاصلاً بين لغة الإنسان وما قد يُسمى لغة حيوانية . حقاً أننا نجد فى السلوك الحيوانى

---

= - محمود فهمى زيدان: فى فلسفة اللغة ( دار النهضة العربية ، بيروت، ١٩٨٥ ) ص ص ١٤-٢١ .

- محمد مهران : فلسفة برتراند رسل ( ط ٣ ، دار المعارف ، القاهرة ١٩٨٦ ) ص ص ٢٧٨-٣١٤ .

- محمد مهران: دراسات فى فلسفة اللغة (دار قباء للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٩٨) ص ص ٤٣-٩٧ .

(٣) زكى نجيب محمود : من زاوية فلسفية ، ص ص ١٠١-١٠٢ .

(٤) والتر. ج. أونج : الشفاهية والكتابية ( ترجمة حسن البنا عز الدين، مراجعة محمد عصفور، سلسلة عالم المعرفة ، الكويت، العدد ١٨٢، فبراير ١٩٩٤ ) ص ١٤٣ .

أجهزة معقدة من الإشارات والعلامات، وقد نقول أن بعض الحيوانات وبخاصة الأليفة الأهلية منها ذات قابلية فائقة للإشارات<sup>(٥)</sup>، لكن إشارات الحيوان ورموز الإنسان ينتميان إلى عالمين مختلفين من عوالم الخطيب، فالأولى جزء من عالم الوجود المادى، أما الثانية فهي جزء من عالم المعنى الإنسانى<sup>(٦)</sup>، ولا يبعث الحيوية فى الإشارات المادية ويجعلها "تنطق" إلا وظيفتها الرمزية العامة . ومن دون هذه القوة الباعثة للحياة يبقى العالم الإنسانى أصم وأخرس، وبها يُصبح عالم الطفل الأصم الأخرس الأعمى ، أوسع وأغنى من عالم أكثر الحيوانات تطوراً<sup>(٧)</sup>. يقول "ديكارت" فى ذلك : " إنه ليس من الناس الأغبياء والبلداء، حتى دون استثناء البلهاء منهم، من لا يقدرّون على تأليف كلمات مختلفة ، وأن يُركّبوا منها كلاماً به يجعلون أفكارهم مفهومة. وبالعكس فليس من حيوان آخر مهما كان كاملاً، ومهما نشأ نشأة سعيدة، يستطيع أن يفعل ذلك، وهذا لا ينشأ عن نقص فى الأعضاء، لأن المرء يرى العقوق<sup>(٨)</sup> والبيغاء تستطيع أن تنطق مثلنا، أى نطقاً يشهد بأنها تعى ما نقول، فى حين أن الناس الذين ولدوا صمّاً وبكماً، فحرموا الأعضاء التى يستخدمها غيرهم للكلام مثل حرمان الحيوان أو أشد، اعتادوا أن يستنبطوا من تلقاء أنفسهم بعض إشارات يتفاهمون بها مع من يجدون فرصة لتعلم لغتهم لأنهم يعيشون معهم، وهذا لا يشهد بأن للحيوانات عقلاً مطلقاً. فإننا نشهد أن معرفة

(٥) إرنست كاسيرر : مقال فى الإنسان، مدخل إلى فلسفة الحضارة الإنسانية (ترجمة إحسان عباس ، مراجعة محمد يوسف نجم، مؤسسة فرانكين المساهمة للطباعة والنشر، بيروت ، ١٩٦١ ) ص ص ٧٦-٧٧ .

(٦) نفس المرجع ، ص ٧٨ .

(٧) نفس المرجع ، ص ٨٤ .

(٨) طائرٌ صخّاب من الفصيلة الغرابية .

الكلام لا تحتاج إلا إلى شئ من العقل جد قليل " (٨).

ليس من المفيد إذن أن نبحث فيما إذا كانت اللغة الإنسانية قد تطورت عن نظم إرشادية أقدم وأبسط ، كما يفعل بعض علماء الأنثروبولوجيا ، فليس هناك في المملكة الحيوانية ما يتقارب مع اللغة الإنسانية من حيث المرونة، والتعقيد، والدقة، والإنتاجية، والكمية المطلقة، حتى في أشد المجتمعات العاقلة إنعزالاً وبدائية<sup>(٩)</sup>. وبعبارة أخرى ، يمكننا القول أن أياً من الأنساق التي يستخدمها الحيوان في تواصله، لا يسمح ببناء تعبيرات مختلفة ومتنوعة لا متناهية العدد كما يفعل الإنسان، وتلك هي السمة التي يُعدها الفلاسفة وعلماء اللغة سمةً مميزة للغة الإنسانية<sup>(١٠)</sup>.

١٣ - وقبل أن نمضى إلى أبعد من ذلك نتبغى التفرقة بين اللغة الإنسانية كأصوات منطوقة ، وبينها هي ذاتها كأشكال مكتوبة. ذلك أن هذه الأخيرة تعبيرٌ لا يمكن قبوله إلا على سبيل المجاز، فاللغة-علمياً- ذات طبيعة صوتية . أما ما هو مكتوب منها فلا ينتمي إلى اللغة الطبيعية، إنما الأمر عبارة عن رموز بصرية ( ناقصة وملبسة في كثير من الأحوال) للرموز الصوتية . وليس أدل على ذلك من أن عدد اللغات في العالم- بخلاف اللهجات- يقدر بما بين أربعة وخمسة آلاف لغة، لكن عدد

---

(٨) رينيه ديكرت : مقال عن المنهج (ترجمة محمود محمد الخصيري، مراجعة وتقديم محمد مصطفى حلمي، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ٣، ١٩٨٥) ص ٢٦١ .

(٩) لوريتو تود : مدخل إلى علم اللغة ( ترجمة مصطفى التوني، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة ، ١٩٩٤) ص ص ٨-١٠ .

(10) Martinich , A. P. (ed) : The philosophy of Language, third edition, Oxford university press Oxford & N.Y, 1996, General introduction. P. 3.

أنظمة الكتابة يُعد على أصابع اليدين<sup>(١١)</sup>.

وعلى الرغم من أن التمثيل البصرى للكلمة يُطلق إمكانات هائلة للكلمة من عقالها، ويتجاوز بها نطاقى الزمان والمكان، إلا أن هذا التمثيل ليس كلمة حقيقية، بل " نظام نمذجة ثانوى" . ذلك أن الفكر يكمن فى الكلام، وليس فى النصوص التى تأخذ معانيها جميعاً من إشارة الرمز البصرى إلى عالم الصوت. وما يراه القارئ على هذه الصفحة ليس كلمات حقيقية بل رموزاً يستطيع عن طريقها كائن بشرى، أحسن تزويده بالمعلومات، أن يستثير فى وعيه كلمات حقيقية، فى صوت حقيقى أو متخيل. فمن المحال لنص مكتوب أن يكون أكثر من علامات على سطح إلا إذا استخدمه كائن بشرى يُدرك أن هذه العلامات تدل على كلمات منطوقة، سواء أنطقت حقاً أم فى الخيال، بشكل مباشر أو غير مباشر<sup>(١٢)</sup>.

وليست هذه التفرقة بين الكلمة المنطوقة والمكتوبة بجديدة على البحث اللغوى، وإنما ترجع إلى " أرسطو" الذى وصف اللغة بقوله : " إن الكلام تمثيل للخبرات العقلية، أما الكتابة فتمثيل للكلام"<sup>(١٣)</sup>. وبهذه العبارة الموجزة ميز " أرسطو" بين نموذج لغوى أصلى ، يتسم ببنيته الصوتية، وبين آخر ثانوى، يتسم ببنيته الخطية، ولا قيمة للثانى دون الأول: حتى ولو استغرقتنا الكتابة واستوعبتنا فى كافة مواقفنا اللغوية. ومهما كان من أمر الكتابة فى سلم التطور الحضارى للإنسان، فسوف تبقى اللغة دائماً عدداً من النماذج الصوتية، تحمل فى طياتها فكراً لا شعورياً مختبئاً يُعبر عن النفس الإنسانية، ذلك الحاضر الغائب الذى يُمسك بعصا المايسترو

---

(١١) أحمد عوض : مقدمة الترجمة العربية لكتاب ر.هـ. روبنز : موجز تاريخ علم

اللغة فى الغرب (سلسلة عالم المعرفة، الكويت، العدد ٢٢٧، نوفمبر ١٩٩٧) ص ٩.

(١٢) والتر أونج : الشفاهية الكتابية ، ص ص ١٥٣ - ١٥٤ .

(١٣) اقتبسه " روبنز " فى : موجز تاريخ علم اللغة ، ص ٤٧

ليدير أحداث السيمفونية<sup>(١٤)</sup>.

١٤ - نعود إلى تعريف "بيرس" للغة بأنها علامات رمزية، تتسم بأن مدلولها اتفاقى (ف ١١) ، إذ تعكس هذه السمة وجهة نظره في أصل اللغة، باعتبارها نتاج العُرف والمواضعة convention الإنسانية . وهنا نجد أنفسنا أمام خلافٍ قديم- يرجع إلى الفكر اليونانى- انقسم إزائه الباحثون فريقين<sup>(١٥)</sup>:

أ - فريق تزعمه " أفلاطون " متأثراً بالمدرسة الأيونية مقررأ أن اللغة توفيق وإلهام إلهي، وأن اللغة فطرة إنسانية لا تحكمها القوانين التى تخضع لها الظواهر والأشياء .

ب - فريق آخر على رأسه " أرسطو " رأى أن اللغة تواضع واصطلاح، أى أنها نتيجة للاتفاق الذى ينتج من احتياج الجماعة الكلامية. ولقد وجد الفريق الأول دعماً من بعض النصوص الدينية المنزلة، التى أكدت على أن اللغة بُعدُ من أبعاد الخلق الإلهي للإنسان، علمه الله إياها، وزوده بالأعضاء اللازمة للنطق بها، فيها يتعبد، وبها يتواصل، وبها يستعمر الأرض ويُسمى أشياءها<sup>(\*)</sup>. على أن اختلاف اللغات بين الأمم،

---

(١٤) عبد الوهاب جعفر: الفلسفة واللغة ( الفتح للطباعة والنشر، الإسكندرية، ١٩٩١ ) ص ٢٥ .

(١٥) زينب عيفى شاكِر : فلسفة اللغة عند الفارابى ( دار قباء للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، ١٩٩٧ ) ص ١٤٤ .

(\*) من ذلك مثلاً ما ورد فى القرآن الكريم من آيات، كقوله تعالى " وعلم آدم الأسماء كلها ثم عرضهم على الملائكة فقال أنبئوني بأسماء هؤلاء إن كنتم صادقين" (سورة البقرة ، آية ٣١) ، وقوله " الرحمن ، علم القرآن، خلق الإنسان، علمه البيان " ( سورة الرحمن ، الآيات ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ) ، وقوله " ألم نجعل له عينين ، ولساناً وشفقتين " (سورة البلد ، الآيات ٨، ٩) . إلى غير ذلك من آيات فى الكتب السماوية المنزلة.

وتعدد اللهجات بين أصحاب اللغة الواحدة، واستحداث مصطلحات ورموز جديدة ، يتواضع عليها الباحثون في مجالات المعرفة المختلفة بصفة دائمة، كل ذلك ألقى بظلاله على التفسيرات التي قُدمت لهذه النصوص الدينية ، لا سيما وأن هنالك من النصوص أيضا ما يدعم القول بالنشأة العرفية للغة<sup>(٩)</sup>.

أما الفريق الثاني، فقد اتخذ من الوقائع السابقة سندا لوجهة نظره القائلة بأن اللغة نتاج العرف والاتفاق، وإلا لتحدث الناس جميعاً لغة واحدة، ولما اختلفت معانى الكلمات من عصرٍ إلى عصر، ومن موقف حياتي إلى آخر .

لكن هذا الرأي يصعب أيضا قبوله بسهولة ، لأن اتفاق الناس - ولو ضمناً- على أسماء أو علامات صوتية معينة لتدل عشوائياً على مدلولات مختلفة، إنما يعنى جهلهم المسبق باللغة ، وليس من الممكن أن نفترض- فيما يشير " رسل " - أن يجتمع أناسٌ تتقصبم اللغة ليتناقشوا ويقرروا تسمية الأشياء بما يتفقون عليه من أسماء ، بل لا بد وأن تكون لديهم بالفعل لغة يديرون بها هذا النشاط<sup>(١٠)</sup>.

وعلى أية حال، يبدو أن النقاش حول أصل اللغة لم يوضع فى موضعه الصحيح، فليس لدى علماء اللغة والأنثروبولوجيا من الشواهد ما يدعم القول بنشأة معينة للغة ، وما فى حوزتهم من تسجيلات تاريخية تتعلق باستخدام اللغة ، لا يرقى زمنياً لأن يكون بينة واضحة يُعتمد بها فى

---

(٩) كقوله تعالى " وما أرسلنا من رسول إلا بلسان قومه ليُبين لهم.. " (سورة إبراهيم، آية ٤) ، وقوله أيضا " ومن آياته خلق السموات والأرض واختلاف ألسنتكم وألوانكم إن فى ذلك لآيات للعالمين " (سورة الروم ، آية ٢٢) .

(16) Russell, B. : The analysis of mind , George Allen , Unwin , London, 1921, P. 190 . Also Alston : Philosophy of Language , OP. Cit, P. 57.

ذلك، حتى لقد ذهب بعضهم إلى أن أبسط إجابة عن السؤال الخاص بكيفية نشأة اللغة هي أننا لا نعرف كيف نشأت اللغة، وليس من المرجح أننا سنعرف ذلك في يوم من الأيام<sup>(١٧)</sup>.

ولا نغفل في هذا الصدد عن رأى عالم اللغة العربى " أبى الفتح عثمان بن جنى " (ت ٣٩٢ هـ) ، الذى ذهب فى كتابه " الخصائص " إلى أن الله أقر آدم- ومن ثم الإنسان بصفة عامة- على أن يتواضع على الأسماء، بحيث تشمل هذه الأخيرة كل أنماط الكلام ومفرداته<sup>(١٨)</sup> ، فلقد مهد " ابن جنى " الطريق بهذا الرأى أمام البحث فى طبيعة اللغة وخصائصها - لا فى نشأتها- بوصفها " مقدره عامة لكل إنسان طبيعى " ، وهو ما أفاض فى تبيانها عالم اللغة الأمريكى المعاصر " نوعم تشومسكى " Noam Chomsky (١٩٢٨-) من خلال نظريته فى النحو التحويلى Transformational grammar<sup>(\*)</sup>.

---

(١٧) لوريتو تود : مدخل إلى علم اللغة ، ص ١٢٢.

Also Alston : Ibid .

(١٨) ابن جنى : الخصائص (تحقيق محمد على النجار، دار الكتب المصرية، القاهرة، ١٩٥٢) ص ١٤ . نقلا عن د. زينب عفيفى شاكى : فلسفة اللغة عند الفارابى ، ص ١٤٦ .

(\*) يميز " نوعم تشومسكى " فى دراسته للغة بين جانبيين هاميين، الأول هو الأداء اللغوى الفعلى actual linguistic performance ، أى الاستخدام الفعلى للغة فى سياقات محددة ، أو البنية السطحية surface structure للكلام الإنسانى. أما الثانى فهو القدرة التحتية للغة underlying competence ، وهى عنده مستودع المعرفة اللغوية أو البنية العميقة للكلام deep structure. ويرى " تشومسكى " أن تلك القدرة التى يملكها كل فرد من أفراد مجتمع معين، تمكنه - فى المناسبات المختلفة- من توليد Generate جمل نحوية جديدة ومقبولة لم يسمعها من قبل. ويرى أيضا أن أهم مقومات هذه القدرة هى معرفة الفرد بالقواعد الصرفية والنحوية التى تربط المفردات بعضها ببعض فى الجملة، بالإضافة إلى معرفة مجموعة أخرى من القواعد أطلق عليها اسم القواعد التحويلية. ومن الواضح =



١٥ - والآن، ماذا عن النموذج اللغوي العلمي: هل يخضع لما يخضع له النموذج اللغوي العادي من نقاش وخلاف حول الأصل والنشأة؟.

لا شك أن الإجابة بالنفي ، فإذا كان العرف أو الاتفاق موضع شك فيما يتعلق بنشأة اللغة العادية، إلا أنه يؤدي دوراً كبيراً في صياغة المصطلحات العلمية وتحديد معانيها بدقة وموضوعية . يؤكد ذلك ما نراه من مؤتمرات درج العلماء على تنظيمها بصفة دورية لتبني مصطلحات فنية جديدة، أو تثبيت معاني مصطلحات أخرى قديمة، أو تغييرها وفقاً لمنظور علمي جديد. وإذا كانت اللغة العادية تخضع لغريزة تصنيف فطرية لدى الإنسان، إلا أن هذه الغريزة ليس لها نظام تصنيفي محدد، ولا تستطيع أن تؤدي إلى وضع تنظيمي تقريعي تقسمي صحيح كما نجد في العلم، بحيث يكون لكل مصطلح " منطقة معنوية " خاصة ذات بؤرة واحدة<sup>(١٩)</sup>. وهكذا فما جرى في اللغة العادية لا شعورياً ، يجرى في العملية العلمية عمداً وعلى منهج مرسوم<sup>(٢٠)</sup>. ومن هنا كان تعدد لغات

---

تأثر " تشومسكي" بفلسفة " ديكارت " والمدرسة العقلانية التي ذهبت إلى أن تركيباتنا اللغوية ليست بأكملها مكتسبة ، وإنما يعود بعضها إلى تصورات أولية في العقل الإنساني .

لمزيد من التفاصيل ، انظر :

Chomsky , N. : Language and problem of knowledge , in Martinich (ed) :  
The philosophy of language , OP. Cit, PP. 558-576.

وأيضاً :

- محمود فهمي زيدان : في فلسفة اللغة ، ص ص ١٤١ - ١٤٧

- جون ليونز : نظرية تشومسكي اللغوية ( ترجمة حلمي خليل ، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية ، ١٩٨٥ ) .

(١٩) إرنست كاسيرر : مقال في الإنسان ، ص ٣٥٥ .

(٢٠) نفس المرجع ، ص ٣٥٢ .

العلم الخاصة أو المصطنعة، ما بين لغة للرياضيات، وأخرى للفيزياء، وثالثة للكيمياء، ورابعة للمنطق الرمزي،.. الخ، بل لقد تعددت اللغات الخاصة داخل مجال التخصص العلمي الواحد، بحيث أصبحنا نجد مثلاً لغة للفيزياء الكلاسيكية، وأخرى للنسبية الخاصة والعامّة، وثالثة لميكانيكا الكم. وليس ذلك مظهرًا من مظاهر التزيين في العلم، وإنما هو من العناصر الضرورية .

يقول " جيمس جينز " في ذلك : " لقد أنشأ العلم لغة خاصة به، قد يحلو لبعضهم أن يسميها رطانة، وبرغم أنها قد تكون أحياناً بعيدة عن الجمال، إلا أن مميزاتها تجعلها أجدر بالصحة ، وعلى العموم فمصطلحاتها محددة واضحة بعيدة عن الإبهام بحيث تحمل كل كلمة نفس المعنى لكل العلماء، وهذا المعنى مضبوط بدقة، فإذا قرأ أحد الفيزيائيين جملة لنيوتن أو أينشتين فربما يفهم معنى الجملة أو لا يفهمه، ولكنه لن يشك في معاني الكلمات. ومع تقدم العلم ، فإن الإضافات الجديدة للمعرفة تلحق بمصطلحاته، والنتيجة أنه يكتسب على الدوام ثراءً ودقة... "(٢١).

ويضرب " جينز " مثلاً لذلك بمصطلحات فيزيائية مثل " الحركة " Motion و " السوعة " Velocity، و " التزامن " simultaneity ، و"فاصل من الزمن " interval of time ، حيث أدت المعرفة الجديدة التي أدخلتها نظرية النسبية إلى تعديل استخدامنا لهذه المصطلحات(٢٢).

ورغم ما تمثله اللغة الخاصة للعلم من دقة وموضوعية يرتفعا بها عن الطابع القومي للغات الإنسانية، إلا أنها تقف عند حدود الجماعة العلمية، فإذا أراد العلماء شرح تصوراتهم الفنية وتوضيحها بطريقة

---

(٢١) جيمس جينز : الفيزياء والفلسفة ، ص ١١٦ .

(٢٢) نفس الموضوع.

مفهومة، فلا مندوحة من العودة إلى اللغة العادية، فكان هذه الأخيرة هي  
الرحم الذى تنشأ فيه اللغات الخاصة فیرعاها وينمىها ولا تنقطع صلته  
بها.

١٦ - من جهة أخرى يتسم النموذج اللغوى العلمى بقوة تشغيلية،  
تتبع من ارتباط المصطلح العلمى- كتصور عقلى- بتصورات أخرى  
تتشارك معه فى علاقة تمثل شيئا فى عالم الواقع. فإذا قال " أينشتين" مثلا  
أن " الطاقة تساوى الكتلة مضروبة فى مربع سرعة الضوء " ، فقد نطق  
بعبارة أو قضية أو قانون له مردود علمى، يتمثل فى القدرة- عند توافر  
شروط معينة- على استتفار كميات هائلة من الطاقة القابعة فى كل ذرة  
مادية. وإذا استخدم أحد العلماء كلمات مثل انعكاس الضوء أو انكساره،  
فقد عرف ماذا عساه أن يفعل إزاء الشئ المتصف بالانعكاس والانكسار.  
فالكلمة هنا أو العبارة هى بمثابة إرشاد لما يمكن عمله فى زمن معين،  
وفى ظروف تجريبية محددة . ومن هنا كانت خاصية القدرة على التنبؤ  
للمنموذج العلمى ( ف ٨-٢ ) ، فلولا هذه القوة التشغيلية للغة لما أمكن  
للمنموذج العلمى أن تكون له هذه الخاصية.

وربما يقترب من هذا الوصف للمنموذج اللغوى العلمى ما ذهب إليه  
البرجماتيون منذ أواخر القرن التاسع عشر فى تحليلهم للمعنى، فلقد كان  
مبدؤهم - كما صاغه " تشارلز بيرس" - أن كل تصورنا لشئ ما يتألف  
من تصورنا لآثاره العملية ، أو أن معنى الكلمة أو العبارة هو دلالتها  
السلوكية فإذا قلنا مثلا " إن تيارا كهربائيا يمر فى سلك " ، فلسنا نشير  
بذلك إلى موجة غير مرئية ، وإنما نلخص مجموعة من الوقائع ، كتحرك  
آلة، أو رنين جرس، أو شحن بطارية .. الخ ، فالكهرباء هى ما تفعله.  
ولا يعنى حديثنا عن الجاذبية وجودا حقيقيا لكائنات غامضة تسمى القوى،

وإنما الإشارة فقط إلى وقائع مثل سقوط الأجسام، أو جزر البحر ومداه، ونحو ذلك. ومن ثم فلا معنى للكلمات أو التصورات التي ليست لها آثار عملية ملحوظة<sup>(٢٣)</sup>.

وقريباً من ذلك أيضاً ما ذهب إليه الوضعيون المناطقة من أن معنى قضية ما هو إمكان تحقيقها تجريبياً verifiability<sup>(\*)</sup>، أو ما ذهب إليه "فتجنشتين" المتأخر من أن معنى كلمة ما هو طريقة استخدامها<sup>(\*\*)</sup>.

---

(٢٣) إير : المسائل الرئيسية في الفلسفة ( ترجمة محمود فهمي زيدان، المجلس الأعلى للثقافة ، الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية ، القاهرة، ١٩٨٨) ص ٤٧ - ٤٨ .

(\*) الوضعيون المناطقة logical positivists جماعة من الفلاسفة والمناطقة وعلماء الطبيعة والرياضيات، تزعمهم الفيلسوف الألماني "مورتر شليك" M. Chlick (١٨٨٢-١٩٣٦) الذي أسس عام ١٩٢٢ ما يُسمى " دائرة فيينا" Vienna Circle . ويرمى اتجاه الدائرة إلى رفض الميتافيزيقا والاهتمام بمنطق الرياضيات والعلم، وحصر وظيفة الفلسفة في التحليل المنطقي لقضايا العلوم التجريبية . والصياغة المذكورة أعلاه هي الشكل الأول لنظريتهم في المعنى، وتُعرف باسم " مبدأ إمكان التحقيق بالمعنى القوي" ، إذ يتحدد بها معنى القضية بالخبرات التي تحقق صدقها أو كذبها، وذلك بأن تكون هذه القضية موضع تحقيق تجريبي مباشر، أو نستنبط منها ما يلزم عنها من قضايا تخضع للتحقيق التجريبي المباشر. لكن تبين لأفراد الجماعة أن هذه الصياغة لا تصمد أمام النقد، فجاءت بعدها صياغتهم لمبدأ إمكان التحقيق بالمعنى الضعيف، ويعنى أنه لا يمكن تحقيق قضية ما تحقيقاً تاماً محدداً، وإنما يمكن فقط تدعيمها، فاستبدلوا التدعيم confirmation بالتحقيق أي يكفي لتحديد معنى قضية ما أن يكون من الممكن أن ترتبط بمجموعة قضايا أخرى تؤيدها وتدعمها بدرجة ما .

أنظر : محمود فهمي زيدان : في فلسفة اللغة ، ص ١٢١ وما بعدها .

Also Alston : Philosophy of language, PP. 69 FF.

(\*\*) من المعروف أن "فتجنشتين" L. Wittgenstion (١٨٨٩-١٩٥١) قد تحمس في الطور الأول من حياته الفكرية لمشروع إقامة لغة مثالية خاصة بالفلسفة، =

لكن هذا الموقف يلقى صعوبات فيما يتعلق ببنية النظريات العلمية، ذلك أنه يتجاهل الدور التفسيري الذي تؤديه النماذج الصورية ذات الصبغة الميتافيزيقية ، وهو ما حدا بالفيلسوف الإنجليزي المعاصر "ألفريد جيلز إير " A.J.Ayer (١٩١٠-١٩٨٧) إلى التمييز بين معنى نظرية ما- أو بعبارة أدق معنى الجمل التي تصاغ فيها النظرية- وبين محتواها التجريبي. فالأول يؤدي القيمة التفسيرية للنظرية (ف ٨-١) ، وذلك بما يشير إليه من حالات ممكنة أو محتملة، وما يحويه من حدود قد لا ترتبط مباشرة بأى شئ ملاحظ، أما الثاني فيدعم القول بصدق النظرية أو كذبها، ومن ثم تقرير صحتها أو العمل على تطويرها أو تجاوزها<sup>(٢٤)</sup>.

وقياساً على ذلك فإن ما نعنيه بالقوة التشغيلية للنموذج اللغوي العلمي هو قدرته على إنجاز شئ في عالم الواقع، بحيث يترتب على النطق به مردود عملي معين، سواء أكان هذا المردود عاجلاً أو مؤجلاً ، مؤيداً للنموذج أو داحضاً له. وشتان ما بين المعنى والإنجاز، فالمعنى كامن في القوة التفسيرية للنموذج، ذلك المطلب الملح للعلم، أما الإنجاز فوقف على الظروف التجريبية المتاحة حال النطق بالنموذج.

أخيراً يمكننا مقارنة هذه السمة التشغيلية للغة العلم بما ذكره الفيلسوف الإنجليزي " جون أوستن " j. L. Austin (١٩١١-١٩٦٠)

---

تتجاوز عيوب ونقائص اللغة العادية ، فتبنى مع " رسل " نظرية الذرية المنطقية logical Atomism ، لكنه عدل من مواقفه الفلسفية في الثلاثينات والأربعينات من القرن العشرين، معتبراً اللغة العادية ملائمة تماماً للعمل الفلسفي، ومتبنياً نظريته الشهيرة في المعنى، والقائلة بأن معنى كلمة ما هو طريقة استخدامها، فكان بذلك رائداً لما يُسمى فلسفة اللغة العادية.

أنظر: محمود فهمي زيدان: المرجع السابق، في مواضع متفرقة .

(٢٤) إير : المسائل الرئيسية في الفلسفة ، ص ص ٤٨-٥١.

فى نظريته عن " أفعال الكلام " Speech acts، إذ يميز بين ثلاثة أنماط من هذه الأفعال : الأفعال التعبيرية Locutionary acts، بمعنى إنتاج بنية من الكلمات ذات المعنى ، والأفعال الأداةية illocutionary acts ، وهى أفعال ينجم عنها إنجاز فعل ما فى عالم الواقع، مثل الوعد والرهنان والقسم . ثم الأفعال المؤثرة Perlocutionary acts ، وهى تلك التى تُنتج فى السامع تأثيرات مقصودة، مثل الفرع، والإقناع، والإقدام. ويُطلق "أوستن" على هذه الأنماط الثلاث للأفعال الكلامية اسم " المنطوقات الإنجازية" Performative Utterances (25). وربما يشمل النموذج اللغوى- العلمى أو غير العلمى- هذه الأنماط الثلاث مجتمعة، من حيث كونه بنية تعبيرية دالة من الكلمات ، ينجم عنها من جهة إنجاز فعل ما فى الواقع، ومن جهة أخرى إثارة للسامع من حيث جدتها ومحتواها . ولن ندخل فى تفاصيل هذه النظرية التى أسهب علماء وفلاسفة اللغة فى نقدها وتطويرها(26)، يكفى أن نقول أن الفعل الكلامى محكوم فى النهاية بعوامل متعددة ، لعل أهمها الموقف العقلى والسيكولوجى لكل من المتكلم والسامع، فضلاً عن الحصيلة اللغوية لكل منهما، وهو ما يجعل تنميط الفعل الكلامى أمراً بالغ الصعوبة.

---

(25) Martinich (ed) : The Philosophy of Language , PP. 117-118 (introduction to section II).

(26) See, For example , ( in the same Martinich's book) .

- Austin , J. L. : Performative Utterances (1961) , PP. 120-129.

- Searle, J. R. : What is speech acts (1975) & A Taxonomy of illocutionary acts (1979) & indirect speech act (1975), PP. 130-155, PP. 168-182.

- Grice, H.P. : Logic and conversation (1975) , PP. 156-167.



## الفصل الخامس النموذج المنطقي

١٧ - إذا كنا قد بدأنا هذا الفصل بالحديث عن اللغة، فما ذلك إلا لأنها من أهم الوسائل الرمزية وأشدّها فعالية في التعبير عن النموذج ونقله إلى الآخرين. أو بعبارة أخرى، هي عملية نمذجة لازمة وأساسية للفكر، تخرج به على نحو مباشر من فردانية الذات المفكرة إلى مجتمعية العلم والمعرفة .

ولكن ، هل يعنى ذلك سبق البناء المنطقي للنموذج على الصياغة اللغوية له ؟ . لعل أفضل إجابة عن هذا السؤال هي تلك التي أوحى بها "توعم تشومسكى" بتفرقته بين المقدرة الفطرية الداخلية والأداء الفعلى الخارجى للغة (ف ١٤) ، إذ يمكن القول - وفقاً لهذه التفرقة- أن البناء العلى المنطقي للنموذج يسبق صياغته لغوياً إذا نظرنا إلى اللغة بوصفها أداءً صوتياً أو كتابياً له، لكنه من جهة أخرى يواكب- أو يتزامن مع- الصياغة اللغوية بوصفها مقدرة فطرية لدى الإنسان. حقا أننا نجد خلافاً بين الفلاسفة وعلماء النفس واللغة بشأن السبق الزمنى لأى منهما على الآخر، لكن الشئ المؤكد - مادمننا نتحدث عن النموذج العلمى- أننا نفكر بالكلمات، تلك التي تعمل بداخلنا كأداة للفكر، فتأتى صياغة النموذج فى صورة حدود وقضايا مترابطة نسقياً، يؤدى السابق منها إلى اللاحق على نحو يشهد بتجسد الفكر فى الكلمات، وإيحاء الكلمات للفكر (\*).

---

(\* ) كانت هذه القضية موضع اهتمام العديد من علماء النفس المعاصرين، أمثال "وورف" Whorf ، و" جان بياجيه " j. Piaget ، و" فيجوتسكى" Vygitsky. ويذهب الأخير فى كتابه " التفكير واللغة " (١٩٣٤) إلى أن الفكر واللغة بيدآن كلونين =



ويعنى ذلك أن الحديث عن المنطق مع تجاهل اللغة أمر يعوزه التناغم إلى حد بعيد، ذلك أن اصطلاحات النشاط اللغوى هى الوسيط الأساسى لكافة أنواع التفكير، وهو ما سوف نلاحظه بوضوح فى الوجه الثانى للنموذج العلمى، أعنى كونه نموذجاً منطقياً.

١٨ - ويمكن بدايةً تعريف النموذج المنطقى بأنه " تلك المجموعة من الكيانات الصورية التى نفترضها عقلياً كتفسير مشبع satisfactory لكل الحدود والبيدهات والمبرهنات الواردة فى نسق علمى ما، بحيث تقصح قضايا النسق عن هذه الكيانات من خلال العلاقات الاستنباطية القائمة بينها" (٢٧).

---

=من الأنشطة المنفصلة والمستقلة ، ففى كل طفل حديث الولادة - كما هو الحال فى الحيوانات- يستمر التفكير دون استخدام اللغة، ويتجسد ذلك فى محاولات الطفل خلال الأشهر الأولى حل مسائل معينة، مثل لمس الأشياء وفتح الأبواب، وما إلى ذلك. وبنفس الدرجة يمكننا اعتبار الأصوات غير المترابطة التى يصدرها الطفل كلاماً بدون تفكير، يسعى به لإشباع غايات اجتماعية مثل جذب الانتباه وإرضاء الكبار. واللحظة الحاسمة طبقاً لرؤية "فيجوتسكى" تتم فى نحو الثانية من العمر، عندما يحدث للمنحنى المستقل للفكر فيما قبل مرحلة اللغة ، والمنحنى المستقل للغة فيما قبل مرحلة العمليات العقلية، أن يلتقيا ويلتحميا ليعلنا بدء نوع جديد من السلوك ، عند هذه النقطة" يصبح الفكر لفظياً، والكلام عقلياً". ويعتقد " فيجوتسكى" أنه خلال السنوات القليلة التالية لذلك، وإلى نحو السابعة من عمر الطفل، تقوم اللغة بكل من الوظيفة " الداخلية" لمتابعة وتوجيه الفكر الداخلى، وكذلك الوظيفة " الخارجية" الخاصة بتوصيل نتائج التفكير إلى الآخرين ومع ذلك يفرق " فيجوتسكى" بين الكلام الداخلى والكلام الخارجى، فالأول غير كامل، ويشوبه الحذف غير العادى، ويشير فقط إلى ما نحتاجه للتعبير عن أفكارنا لأنفسنا، ويمكن استخدامه ليس فقط لمتابعة التفكير المنطقى، بل أيضاً لتجسيد أفكارنا الاسترسالية أو النابعة من البيدهة ، على أساس كونها " ديناميكية، متناوبة، غير ثابتة، تصفق بجناحيها بين الكلمة والفكر" .

انظر : جوريت جرين : التفكير واللغة (ترجمة وتقديم عبد الرحيم جبر، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٢) ص ص ١٤ وما بعدها.

(27) Hesse , Models and Analogy in science , P. 354.

وبهذا المعنى يمكننا اعتبار النسق الميكانيكى لفيزياء " نيوتن " نموذجاً علمياً منطقياً، يفصح عن مجموعة من الكيانات هي النقاط الكتلية Mass-points، فى حين تصبح هذه الكيانات فى النسق الميكانيكى لـ "ماكسويل " إبان القرن التاسع عشر ، هى المجالات الكهرومغناطيسية Electromagnetic fields التى يحملها " الأثير " ، أما فى نسق النسبية لـ " أينشتين " فهى تلك السلسلة المتصلة من الحوادث الزمكانية Spatio-Temporal events ، وهكذا (\*) .

ولو رجعنا إلى الخاصية الديناميكية للنموذج العلمى (ف ٨-٣) لأدركنا مدى صورية تلك الكيانات المفترضة ، فليس شرطاً أن تطابق الواقع، بل هى فحسب ممكنة منطقياً، يتوقف قبولها- كمنادج عاملة- على الدور التفسيري الذى تؤديه فى مرحلة معينة من مراحل التطور العلمى (ف ٨-١) . ولن يتضح هذا المعنى للنموذج المنطقى إلا بتفصيل فكرة النسق الاستنباطى فى الرياضيات والمنطق ، وبصفة خاصة فى مجال الهندسة.

١٩ - لقد جرت العادة - منذ أن وضع " أرسطو " أسس وقواعد المنطق- على حصر الاستدلال المنطقى logic inference فى نمطين مميزين : الاستقراء induction، والاستنباط deduction، وعلى حين يعنى الاستقراء بدراسة كل استدلال ننقل فيه من وقائع جزئية معينة إلى قانون كلى عام يجمعها، بحيث يتسنى لنا اعتماداً على هذا القانون التنبؤ بحدوث وقائع مشابهة عند توافر ظروف مماثلة، يهتم الاستنباط بدراسة حركة الفكر أثناء انتقاله من مقدمات إلى نتيجة لازمة عنها، أو بدراسة

---

(\*) لمزيد من التفاصيل عن هذه الأنساق، انظر الفصل الثالث من كتابنا: الاتصال واللاتهاى بين العلم والفلسفة، سبق ذكره.

استنتاج قضية من قضية أو من مجموعة قضايا أخرى معروفة، وذلك بطريقة عقلية دون الالتجاء إلى التجربة الحسية أو المقارنة بالواقع الخارجى<sup>(٢٨)</sup>.

بعبارة أخرى ، نستطيع تعريف " الاستنباط " بأنه عملية عقلية مجردة، نقوم خلالها بالتأليف Combination بين عدد من القضايا Propositions ، بحيث يؤدي تألفها إلى نتيجة جديدة لازمة عنها بالضرورة<sup>(٢٩)</sup>. وليس التأليف هنا جزافيا، وإنما نسترشد فيه بمجموعة من العلاقات تمثل خيطاً فكرياً يربط بين القضايا فى صورة " نسق " system. وأبسط تعريف للنسق أنه " كل " ينطوى على أجزاء مترابطة بعلاقة اعتماد متبادلة mutual dependence . فكونه " نسقا " يعنى أن " الكل " يعتمد على ترتيب أجزائه، وهذه الأخيرة بترتيبها تعتمد على بعضها البعض، تماما كالحائط المبنى من عدد من الأحجار المترابطة فى نظام، أو كالألة المكونة من أجزاء متناسقة لكل منها موضعه المحدد، أو كجسم الكائن الحى المؤلف من أعضاء مترابطة، وهكذا<sup>(٣٠)</sup>. وكونه "استنباطياً" يعنى أن النسق يمثل فى مجمله عائلة من العلاقات الساللية genealogical، بمعنى إمكان رد القضايا المتسلسلة بعضها إلى بعض وصولاً إلى الحدود والقضايا الأولى فى النسق<sup>(٣١)</sup>. وتلك سمة رياضية منطقية أفادت منها العلوم المختلفة فى تطورها، فكلما ابتكرت العلوم

---

(٢٨) محمد محمد قاسم: نظريات المنطق الرمزي ، ص ٢٥.

وأيضاً: عزمى إسلام : الاستدلال الصورى ( مطبوعات جامعة الكويت، الكويت، ١٩٧٢ ) ج ١ ، ص ١١.

(29) Mellone , S.H. : Elements of modern logic , University Totorial Press LTD., London , 1970, P. 104.

(30) Ibid, P. 105.

(31) Ibid , P. 173.

النوعية أنساقاً خاصة بها دل ذلك على ما قطعته من تقدم فى مسيرتها نحو هذا المنهج المثالى (٣٢).

وكان " أرسطو " هو أول من تناول بالبحث طبيعة اليقين الذى تتسم به قضايا الرياضيات وصلته بالمنطق الصورى، فبين - فى كتابه " التحليلات الثانية" - أن هذا اليقين إنما يرجع إلى كون الرياضيات علماً برهانياً Demonstrative science أو استنباطاً Deductive يقوم على التسليم مقدماً بعدد قليل من الأسس أو المبادئ، نبرهن بها ولا نُبرهن عليها، أو فنقل أنها مبادئ غير قابلة للبرهان فى إطار العلم الذى تستند إليه، وإن كانت تُبرهن فى علم أعلى كالميتافيزيقا التى هى علم المبادئ الأولى للوجود ومنها بالطبع مبادئ الرياضيات (٣٣).

ومع أن " أرسطو" لم يضع منطقته فى صورة نسق استنباطى - مما أخل بصوريته الكاملة - إلا أن تفصيله لعناصر هذا النسق وتبيان أهميته كان إرهاباً بظهور أول نسق استنباطى عرفته الإنسانية، وهو ذلك الذى أقامه " إقليدس " Euclid فى مجال الهندسة ( حوالى ٣٠٠ ق.م.) وانطوى عليه كتابه " العناصر " Elements. ومن خلاله نقف على معالم ومكونات النسق الاستنباطى فى صورته المثالية .

٢٠ - ينطلق " إقليدس " فى نسقه الهندسى من عدد من المقدمات أو المبادئ الأولية تبدأ منها البرهنة على كل القضايا القابلة للبرهان فى النسق. هذه المقدمات هى (٣٤):

---

(٣٢) محمد محمد قاسم : نظريات المنطق الرمضى ، ص ٣١ .

(٣٣) محمد ثابت الفندى: فلسفة الرياضة ( دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٩٠ ) ص ص ٤٣-٤٤ .

(٣٤) انظر :

- محمد ثابت الفندى : المرجع السابق، ص ص ٤٦ - ٤٨ .

أ - التعريفات Definitions ، وهى عبارات تشرح معانى الألفاظ أو الحدود الأساسية المستخدمة فى النسق ، ولا نقول عنها صادقة أو كاذبة ، إنما أردنا " إقليدس " أن نتفق على قبولها والبدء بها. وقد أعطى "إقليدس" ٢٣ تعريفاً لحدود هندسية مختلفة مثل " النقطة " ، " الخط " ، " الزاوية " ، المثلث ، المربع... الخ ، ومنها على سبيل المثال :

- النقطة ما ليس له بعد .

- الخط طول لا عرض له .

- المستقيم هو الخط المشابه لنفسه .

وكما نلاحظ ، لم يضع " إقليدس " تعريفات لبعض الألفاظ المعرف بها، مثل " بعد" ، و " طول " ، و " عرض " وإنما نظر إليها كحدود أولية لا معرفة ، تمنع الرد اللامتاهى لتعريفاته .

ب - البديهيات Axioms ، وهى قضايا أولية لا يبرهان عليها وواضحة بذاتها حتى لكأنما الإنسان يعرفها دائماً إذا ذكرت أمامه، ولذا يسميها " إقليدس " أفكاراً عامة Common notions . كما أنها - عند أرسطو- لا غنى عنها لمن أراد أن يتعلم شيئاً . وقد قبل " إقليدس " ٢٨ قضية من هذا النوع ، منها :

- الأشياء المساوية لشيء معين متساوية فيما بينها .

---

- محمد محمد قاسم : المرجع السابق، ص ٣١-٣٣ ، ص ١٢٥-١٢٧ .

- محمود فهمى زيدان : المنطق الرمزي - نشأته وتطوره ( دار النهضة

العربية، بيروت ، ١٩٧٣ ) ص ٢٢-٢٤ ، ص ٣٠-٣٢ .

- صلاح عثمان : الاتصال واللاتماهى ، ص ٨٤ وما بعدها .

- Van Frassen : An introduction to the Philosophy of time and Space ,  
Columbia University Press, N.Y, 1985. PP 117 FF

- الكل أكبر من الجزء .

- الأشكال المتطابقة متساوية .

ج - المصادرات Postulates ، وهى الشق الثانى من القضايا الأولية اللامبرهنة، وإن كانت أقل وضوحاً ، ولذا يعاند العقل فى قبولها ثم يصادر عليها متسامحاً حتى تتضح له فيما بعد . هذا فضلاً عن أنها تختلف من نسق إلى آخر، فى حين تتميز البديهيات بعموميتها وقابليتها للتطبيق على أكثر من نسق علمى. وقد وضع إقليدس خمس مصادرات هى :

- يمكن مد خط مستقيم بين أى نقطتين .

- أى خط مستقيم متناه هو جزء من خط مستقيم لا متناه.

- يمكن رسم دائرة بأى مركز وبأى قطر .

- كل الزوايا القائمة متساوية .

- إذا قطع خط مستقيم خطين مستقيمين آخرين بحيث يكون مجموع الزاويتين الداخلتين من جهة واحدة من القاطع أقل من قائمتين، فإن هذين الخطين يلتقيان إذا امتدا من جهة هاتين الزاويتين . وتعرف هذه المصادرة بمصادرة التوازي The parallel .

ومن جملة المقدمات السابقة ( التعريفات والبديهيات والمصادرات) يشتمل " إقليدس " مجموعة من القضايا المبرهنة أو " المبرهنات " theorems، ويتم البرهنة على صحتها باعتبارها مشتقة من الحدود أو القضايا الأولية، وذلك من خلال ثمانى خطوات تبدأ بذكر منطوق المبرهنة، ومروراً بالاستعانة بأشكال مرسومة، وافترض صحة القضية...

وانتهاءً بإعلان النتيجة .

٢١ - ورغم ريادة النسق الإقليدي، وإتباعه للطريقة المثلى فى استنباط القضايا وردها إلى بعضها البعض، إلا أن ما علق بقضاياها من اعتبارات مكانية جسدها الأشكال المرسومة اللازمة للبرهان، كان مدعلة لإعادة النظر فى وضوح مصادراته ، لا سيما المصادرة الخامسة.

لقد اعتقد " إقليدس " أن المكان سطح مستو درجة الانحناء به صفر- وهذا افتراض مسبق تضرره مقدماته- وان المكان الهندسى صادق على المكان الفيزيائى<sup>(٣٥)</sup>، ومن ثم فإن قضايا النسق تطابق الواقع الخارجى وتعبّر عنه تماما. ويعنى ذلك-وفقا لمصادرات " إقليدس " -أنه إذا انطبق شكلان فى موضع ما فمن الممكن أن ينطبقا فى أى موضع آخر، وأن أى خطين متوازيين فى المكان الفعلى لن يلتقيا مهما امتدا، وأن مجموع زوايا المثلث مساو بالضبط لقائمتين مهما كانت أطوال أضلاعه. وليس علينا سوى أن نحده ذلك بخبرتنا، أو أن نطلق العنان لخيالنا تجاه امتداد الخطوط المستقيمة. ولكن إلى أى مدى تستطيع الخبرة أن تحتوى خطوطا ممتدة ؟ . لا شك أن التخيل الحدسى القائم على الخبرة لا يمكن أن يمتد إلى مسافات بعيدة، ناهيك عن تلك " اللامتناهية " التى يحدثنا عنها " إقليدس " <sup>(٣٦)</sup>.

ولقد بذلت - دفاعا عن " إقليدس " -محاولات متعددة لإقامة البرهان على المصادرة الخامسة<sup>(\*)</sup>، لعل أشهرها هى تلك التى قام بها

---

(٣٥) محمود فهمى زيدان : المرجع السابق، ص ص ١٠٩ - ١١٠.

(36) Van Fraaseen , Op. Cit, P. 119.

(\*) من ذلك مثلا - قبل " ساكيرى " - محاولات كل من الرياضى والفلكى الإسكندرى " بطليموس" Ptolemaios فى القرن الثانى الميلادى ، والفيلسوف الأفلطونى المحدث " بروكلس" Procleus فى القرن الخامس ، والرياضى-

القس الإيطالي " جيرو لامو ساكيرى " G. Saccheri (١٦٦٧-١٧٣٣) مستخدماً برهان الخلف ، بمعنى أن إثبات كذب نقيض المصادرة يتضمن فى ذاته صدقها. وبغض النظر عن سلبية هذا البرهان الذى لا يعد إثباتاً مباشراً لصدق المصادرة ، إلا أنه أتاح فرصة التوسع فى اختبار الفروض المضادة لمصادر " إقليدس " ، مما حفز الرياضيين مع بداية القرن التاسع عشر إلى إقامة أنساق جديدة لا إقليدية ، تُستبدل فيها قضية أو أكثر بما يقابلها من قضايا النسق الإقليدى. وأول هذه الأنساق ظهوراً هو ذلك الذى ارتبط باسم الرياضى الروسى " نيكولاى لوباتشفسكى " N. Lobachevsky (١٧٩٢-١٨٥٦) . وفيه ينطلق من افتراض مسبق بأن المكان سطح مقعر، درجة الانحناء به أقل من الصفر، وبالتالي فإن مجموع زوايا المثلث أقل من قائمتين. أما ثانياً هذه الأنساق فقد قدمه الرياضى الألمانى " برنارد ريمان " B. Riemann (١٨٢٦-١٨٦٦) مفترضاً أن المكان سطح كروى، درجة الانحناء به أكبر من الصفر، ومن ثم فالخط المستقيم لا يمكن أن يمتد إلى ما لا نهاية، بل هو منته لأنه دائرى، هذا فضلاً عن أن مجموع زوايا المثلث يزيد على قائمتين<sup>(٣٧)</sup>.

والنتيجة اللازمة عن اختلاف قضايا الأنساق السابقة هى أن المصادرة الخامسة مستقلة منطقياً عن باقى مصادر " إقليدس " ، مما يعنى إمكانية استبدال مصادرة أو أكثر بأخرى من أى نسق، فنحصل بذلك على هندسات جديدة متتابعة القضايا دون أن نقع فى التناقض<sup>(٣٨)</sup>. حقا أن هذه الأنساق جميعاً تفترض تصور " المكان " ، لكنه أصبح تصوراً عقلياً

---

=العربى " نصير الدين الطوسى " فى القرن الثالث عشر. انظر : محمود فهمى زيدان ، المرجع السابق، حاشية ص ١٠٨ .

(37) Ibid , P. 120.

(٣٨) محمد ثابت الفندى : فلسفة الرياضة ص ٥٩ .



مجرداً لا علاقة له بما هو قائم بالفعل في عالم الواقع. وبعبارة أخرى، لقد أصبح تصور " المكان " مجرد إمكان منطقي ، لا نزع أنه يطابق الواقع، فذلك أمر خارج عن حدود الرياضيات البحتة في ثوبها المنطقي الجديد. وقس على ذلك كافة أنساق العلم الاستنباطية .

٢٢ - ولا يعني ذلك انتفاء معايير الحكم على الأنساق الاستنباطية، بل لقد أجمع الرياضيون بزعامة الرياضي والمنطقي الألماني " مورتز باش" M. Pasch (١٨٤٣-١٩٣٠) مؤسس حركة الأكسيوماتيك الحديث<sup>(\*)</sup> على أن ثمة شروط ينبغي توافرها في أي نسق استنباطي ، وهي<sup>(٣٩)</sup>:

أ - أن نضع منذ البدء بطريق صريح وواضح قائمة من الحدود اللامعرفة التي يمكننا بفضلها تعريف قائمة من حدود أخرى، وان نبعد بهذه التعريفات عن المعاني المألوفة للألفاظ في الواقع.

ب - أن نضع قائمة من " القضايا الأولية" التي نبدأ بها بلا برهان، لا لأنها واضحة بذاتها، فقد لا تكون كذلك، وإنما لأنها تتطوى على علاقات منطقية بحتة بين حدودها، ولا أثر فيها لبداية حسية أو تطبيق واقعي. ونلاحظ هنا أنه قد بطل التمييز القديم بين البديهية والمصادرة، فكلاهما قضية أولية نسلم بها بلا برهان، وكلاهما على درجة واحدة من القبول أو البساطة.

ج - أن نستنبط نظريات من تلك المقدمات الأولية استنباطاً صورياً محكماً لا أثر فيه لرسوم أو لأشكال مكانية.

ومع تطور البحث في أسس النسق الاستنباطي أضيفت إلى

---

(\*) الأكسيوماتيك Axiomatic حركة نقدية تعنى بدراسة أسس ومبادئ البرهنة في

علم ما، لا سيما الهندسة ، انظر المرجع السابق، ص ص ٦٧ وما بعدها.

(٣٩) محمود فهمي زيدان: المنطق الرمزي، ص ص ١١٠-١١١ .

العناصر السابقة شروطاً أخرى يجب توافرها في قائمة القضايا الأولية من جهة ، وفي النسق ككل من جهة أخرى، وهي (٤٠):

د - الاتساق Consistency أو عدم التناقض، حيث تعد القضايا الأولية متسقة إذا لم تكن إحداها منكراً لأخرى أو مناقضة لها. كما يعد النسق متسقاً أو خالياً من التناقض إذا لم تأت نتائج مناقضة لإحدى مقدماته، وإذا لم تستج فيه نتيجتين تتناقض الواحدة منهما الأخرى.

هـ - الاستقلال independence ، ويعنى استقلال القضية الأولية ألا تكون قابلة للاشتقاق من قضية أولية أخرى كنتيجة أو كمبرهنة، وأشهر مثال لذلك مصادرة " إقليدس " الخامسة. أما استقلال النسق فيعنى ثباته وتماسكه بعد حذف إحدى القضايا الأولية المضافة إليه.

و - التمام completeness أو الإشباع Saturation، حيث تعد القضايا الأولية تامة أو مشبعة إذا كانت كافية للبرهنة على كل المبرهنات أو النظريات التي يمكن اشتقاقها في نسق ما. كما يعد النسق تاماً إذا كلن من الممكن البرهنة فيه على صدق أو كذب قضية تعرض في هذا النسق.

٢٣ - وبهذا التفصيل لمكونات النسق الاستنباطي وشروطه، يمكننا أن نقف بسهولة على معنى النموذج المنطقي، أو بالأحرى على حقيقة الكيانات المفترضة التي يشير إليها نسق ما . فالنسق الإقليدي مثلاً يشير إلى مجموعة من الكيانات هي " النقاط " و " الخطوط المستقيمة " و " الزوايا " و " المثلثات " .. الخ . ولا تأخذ هذه الكيانات معانيها المألوفة القائمة على الحدس أو الخبرة الحسية، وإنما تستمد معانيها من العلاقات المنطقية المجردة القائمة بين قضايا النسق. حقا أن " إقليدس " يضع لكل منها تعريفاً

---

(٤٠) محمد محمد قاسم: نظريات المنطق الرمزي، ص ص ١٣٠ - ١٣١.

حديسياً في البداية، لكن في التصور الحديث - مجرد تعريف اصطلاحى، يقوم على ترتيب الألفاظ في جملة مقبولة نحويًا ومنطقيًا، وفقاً لقواعد يشملها " علم التراكيب " Syntax<sup>(\*)</sup> . وكى لا ننزلق أثناء البرهان إلى أى خاطر ضمنى بشأن هذه الكيانات، ينبغي أن نترجم القضايا التى تحتويها بعلاقات منطقية صرفة . خذ مثلاً الجملة التالية كقضية أولية لنسق ما :

" أى نقطتين فى سطح ما إنما تتصلان معا بمستقيم معين يحتويه بحذافيره ذلك السطح " . فإذا افترضنا الآن أن كلاً من المستقيم والسطح عبارة عن فئة class مؤلفة من أعضاء members، أمكننا أن نترجم تلك القضية بعلاقات منطقية مجردة كعلاقاتى " الإلتناء " Appartenance و"الاحتواء " Inclusion، وتصور منطقي مثل " الفئة " ، فنقول : " إن أى

---

(\*) يهتم " على التراكيب " بدراسة قواعد التركيب النحوى والمنطقى لجمال وقضايا اللغة. ويشير المعنى الأصلي لكلمة Syntax إلى " تنظيم الأجزاء أو العناصر تنظيمًا نمطياً أو ترتيبياً " ، أو " تنظيم الألفاظ فى صور وأشكال مناسبة تظهر ارتباطها وعلاقتها داخل العبارة " . أما فى المنطق فتشير الكلمة إلى القواعد التى تحكم فى العلاقات بين الرموز المنطقية. ويوجد صنفان من هذه القواعد، يتحكم الصنف الأول فى بناء القضايا ذات التكوين الصحيح، ويُعرف باسم " قواعد التكوين " Concatenation rules، أما الصنف الثانى فيحدد لحظة إمكان تسمية القضية باسم " القضية المترتبة على ما قبلها " أو " القضية التى تتبع ما قبلها " ، ويُعرف باسم " قواعد التحويل " Transformation rules .

ويذهب فلاسفة اللغة إلى أن " علم التراكيب " هو أحد المباحث الرئيسية لفلسفة اللغة إلى جانب " علم الدلالات " Semantics، و " علم أفعال الكلام " Pragmatics. فى حين يذهب " رونز " فى قاموسه الفلسفى إلى أن هذه المباحث الثلاث هى الدعائم الأساسية لنظرية العلامات أو " السيميوطيقا " Semiotic .

انظر : أ . هـ . بيسون & د.ج. أوكنر : مقدمة فى المنطق الرمزي (ترجمة عبد الفتاح الديدى ، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٧٨) ص ١١٥ . وأيضاً:

- Martinich (ed) : Philo. Of Language , P. 4.
- Runes (ed) : Dict. Of philo. , item " Semiotic", P. 305.

عضوين مما ينتمى إلى الفئة " سطح " ينتميان أيضا إلى الفئة " مستقيم " كما أن الفئة " مستقيم " محتواة في الفئة " سطح " .

وهنا نلاحظ أن الألفاظ " نقطة " و " مستقيم " و " سطح " فقدت معانيها العادية المألوفة في القواميس، أعنى فقدت صفة كونها حدوساً هندسية أو أشكالاً مكانية، وحل محلها التصور المنطقي " فئة " . فإذا عبرنا عن تلك الألفاظ وعن علاقاتها أيضاً برموز منطقية بعضها متغير وبعضها ثابت، نجد أنفسنا آخر الأمر أمام قضية منطقية صرفة لا توحى بأى مدلول حدسي يتعلق بالمكان<sup>(٤١)</sup>.

ونصل بذلك إلى سؤال هام: أى الأنساق الهندسية- وكلها صحيح من الناحية الصورية - يتسق والواقع الفيزيائي؟ . وبعبارة أخرى، إذا كنا نهدف من بناء النموذج إلى تفسير ما يعرض أمامنا من مشكلات في الواقع الخارجى، فكيف نجرده من أى ارتباط بعالم الخبرة؟ . وللإجابة عن هذا السؤال ينبغي أن نميز بين جانبيين للهندسة ، ومن ثم للعلم بصفة عامة : الجانب النظرى ، والجانب العملى أو التطبيقى. فقد تتعدد النماذج الصورية ، بحيث يشير كل منها إلى إمكان منطقى محدد وصحيح كبناء نسقى استنباطى ، حتى ولو لم يجد تطبيقاً على الواقع ، فإذا ما أردنا اختيار إحداها- أو اختباره - كان لزاماً علينا أن نخلع عنه طابعه النظرى، أعنى مجرد الشكلية المنطقية ، وذلك بإيجاد تنسيق بين الإطار التصورى المجرّد لحدود وقضايا النسق من جهة، والأشياء المحسوسة في عالم الخبرة من جهة أخرى<sup>(٤٢)</sup>. فقد نُفسر مثلاً النقطة الهندسية على أنها

---

(٤١) محمد ثابت الفندى : فلسفة الرياضه ، ص ص ٧٠-٧١ .

Also Hesse : OP. Cit, P. 354.

(٤٢) ألبرت آينشتين : أفكار وأراء ، ص ٢٦ .

أصغر جزء من المادة ، والخط على أنه شعاع ضوئي أو حافة مكعب ، كما تُفسر البديهيات على أنها قضايا عن العالم الطبيعي ، والنظريات الهندسية كفروض فيزيائية عن العالم<sup>(٤٣)</sup>. وهكذا تُصبح مسألة ما إذا كانت الهندسة العملية للكون إقليدية أم لا مسألة واضحة المعنى ، ولا يمكن البت فيها إلا عن طريق التجربة<sup>(٤٤)</sup>. ومن الطبيعي أن يتوقف قبول نموذج ما على ما يتمتع به من قوة تفسيرية ناجحة وقدرة على التنبؤ، فضلاً عن ديناميكيته التي تتيح لنا استخدامه لفترة ما ثم تطويره واستبداله بآخر (ف٨-١ ، ٢ ، ٣) وفقاً لما ينطوي عليه من تمثيلات موجبة أو محايدة أو سالبة تتضح لنا أثناء التطبيق (ف ٧-٥ ، ٦ ، ٧) .

وعلى هذا النحو يمكننا أن نعين للفكر الخالص والتجربة مكانيهما في عملية النمذجة العلمية ، فالفكر يُعطينا الهيكل النظري للنموذج ، أما محتوياته التجريبية وعلاقتها المشتركة فيجب أن تجد تمثيلاً دقيقاً لها فيما ينطوي عليه النموذج من نتائج .

---

(٤٣) محمود فهمي زيدان : مناهج البحث في العلوم الطبيعية المعاصرة، ص ٢٣.

(٤٤) آينشتين : المرجع السابق ، ص ٢٧ .

## الفصل السادس

### النموذج الرياضي

٢٤ - البعد الثالث من أبعاد النموذج العلمي هو البعد الرياضي. ويعنى اكتساب النموذج لهذا البعد أن تكون مادته ذات طبيعة رياضية خالصة، بحيث لا يحوى إلا رموزا مجردة ، نسمى بعضها " متغيرات " Variables ونسمى بعضها الآخر " ثوابت " Constants . المتغيرات حروف لغوية لا معنى لها فى ذاتها، وإنما يحتويها النموذج- دون تحديد- كأسماء غامضة ambiguous names لأعضاء فئة معينة من الأشياء، وحينئذ نسمى هذه الفئة "مدى المتغير " range of the variable، بينما نسمى أعضاء الفئة ذاتها " قيم المتغير " values of the variable<sup>(45)</sup>.

أما الثوابت فرمز شكلية نصطلح عليها كأسماء واضحة لعلاقات relations أو كميات quantities ثابتة تربط بين متغيرات النموذج، وتحدد بالقياس إليها قيم المتغيرات المجهولة استنادا إلى ما هو معلوم منها بطرق البحث المختلفة. ومعظم الثوابت العلاقية تتسم بعموميتها المطلقة، بمعنى أننا يمكن أن نستخدمها فى أى فرع من فروع العلم- فضلا عن حياتنا اليومية- ومن أمثلتها ثوابت العلاقات الحسابية كالجمع (+) والطرح (-) والقسمة (÷) والمساواة (=) والجذر (√) وأكبر من (>) وأصغر من (<) .. الخ، ومن أمثلتها أيضا ثوابت العلاقات المنطقية كالسلب (~) والوصل (.) والفصل (V) واللزوم (⊃) والتكافؤ (≡) ونحو ذلك. ولكل ثابت من هذه الثوابت معنى محدد مهما تغيرت السياقات

---

(45) Runes (ed) : Dict. Of Philo., item " variable" , P. 347.

التي يرد فيها. أما الثوابت الكمية فيقتصر استخدامها على علم دون آخر، ومن أمثلتها في الفيزياء " سرعة الضوء " ( $3 \times 10^8$  متر/ ثانية ) و" ثابت بلانك " ( $6,625 \times 10^{-34}$  جول. ثانية) ، وفي الكيمياء " الأوزان الذرية" للعناصر المختلفة ، وهكذا (٤٦).

وبهذه الطائفة من الرموز المتغيرة والثابتة ينفرد النموذج العلمى الرياضى بقدرته على ميكنة النشاط العقلى طبقاً للقواعد التى تحكم علاقات الرموز، يستوى فى ذلك أن يكون النموذج جزئياً- كأن يأتى مثلاً فى صورة قانون أو معادلة - أو يكون نسقاً متكاملأ يتألف من قضايا مترابطة يودى السابق منها إلى اللاحق. هذا فضلاً عما يحققه النموذج من اقتصاد فى الوقت والجهد والتكلفة ، وما تتسم به الرموز من بساطة Simplicity وأناقـة Elegance، وجمال Beauty. ولن نقف طويلاً عند معانى هذه المصطلحات، يكفى أن نقول أنها تعبر عن سمات بارزة يشعر بها العالم إزاء ما تبوح به الطبيعة من أسرار من خلال الأشكال الرياضية(٤٧).

---

(٤٦) انظر :

- محمود فهمى زيدان : المرجع السابق، ص ص ١٤ وما بعدها.
- محمد ثابت الفندى : أصول المنطق الرياضى ( دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٨٧) ص ص ١٢١ وما بعدها.
- Op. Cit, item " constant", P. 81 .

(47) Davies , Paul : Super force, The search for a grand unified theory of nature , A Touch stone book , Published by Simon & Schuster, Inc., N.Y, 1985 , PP. 52 F .

وأيضاً: فيرنر هايزنبرج : الجزء والكل -محاورات فى مضمار الفيزياء الذرية (ترجمة محمد أسعد عبد الرؤوف ، تقديم على حلمى موسى، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٨٦ ) ص ص ٩١ - ٩٢ .

٢٥ - ولا يفصل البعد الرياضى للنموذج- بهذا المعنى- عن  
بعديه المنطقى واللغوى، بل إنه يستمد أهم مقومين له ، وهما البرهان  
والتجريد ، من هذين البعدين . وقد رأينا من قبل (ف١٩) كيف أن  
الرياضيات كعلم " برهانى" إنما تستند إلى فكرة النسق الاستنباطى، وهى  
فكرة منطقية بحثة تعتمد على " تجريد " الصورة المنطقية من المادة التى  
تحملها ، أو من تلك الأشكال الحسية التى تشير إليها، وهو ما أدى بدوره  
إلى الإسراع بإصلاح المنطق نفسه وإخراجه من ركوده الطويل كعلم  
أشبه بعلوم اللغة ، وتحويله إلى علم رياضى ناضج ليقوم بدوره الجديد  
الذى أصبح جوهرى بالنسبة إلى تأسيس وتأسيس الرياضيات<sup>(٤٨)</sup>.

إننا على استعداد هنا- فيما يشير " رسل " - للقول بأن واحداً  
وواحداً اثنان، لا أن "سقراط " و " أفلاطون " اثنان، لأن العالم الذى يخلو  
من مثل هذين الشخصين لا يزال عالماً فيه واحد وواحد اثنان<sup>(٤٩)</sup>. ولن  
يتسنى لنا ذلك إلا باستخدام الرموز والأعداد مجردة من أى ارتباط مادى.  
لكن ذلك لا يعنى أن نغفل الدور الذى تؤديه اللغة ، أو أن نلقى بها وراء  
ظهورنا، فليست الرموز والأعداد سوى نمط خاص من أنماط اللغة يحقق  
الصورية والتجريد اللزمين لصحة البرهان وعموميته. أو بعبارة أخرى،  
هى شفرة لغوية تحدثنا بها الطبيعة ، ولو تمكنا من حل تلك الشفرة  
لأصبحت الطبيعة أمامنا كتاباً مفتوحاً، نقرأ صفحاته ونطويها فى سهولة  
ويسر<sup>(٥٠)</sup>.

---

(٤٨) محمد ثابت الفندى : فلسفة الرياضة ، ص ٦٩ .

(٤٩) براتراند رسل : مقدمة للفلسفة الرياضية ( ترجمة محمد مرسى أحمد، مراجعة

أحمد فؤاد الأهوانى، مؤسسة سجل العرب، القاهرة، ١٩٨٠ ) ص ٢١٠.

(50) Op. Cit, P. 51 .



وعلى أية حال، لم تبدأ محاولات العلم الجادة والمنظمة لتفسير الشفرة الرياضية للطبيعة إلا بعد أن لفت " جاليليو " الانتباه إلى ضرورة محادثة الطبيعة بلغتها الرمزية العامة المجردة. ومنذ ذلك الحين نستطيع أن نرصد توازياً مطرداً بين تطور الفكر الرياضى من جهة ، وتطور العلم بفروعه المختلفة من جهة أخرى : فمن الهندسة الإقليدية إلى الهندسات اللا إقليدية واللا قياسية ، ومن حساب التفاضل والتكامل إلى نظرية المجموعات Set theory . هذا من جانب، ومن جانب آخر نجد فى الفيزياء مثلاً تطوراً من نسق " نيوتن " الميكانيكى إلى مجالات "ماكسويل " ، ثم إلى نسبية " آينشتين " وكمات " بوهـر " ومصفوفات "هاينزبرج ". أما فى الكيمياء ، فمن قانون " دالتون " Dalton ( ١٧٦٦- ) - ( ١٨٤٤ ) للنسب المتكافئة إلى تصنيف " مندليف " Mendeleiev ( ١٨٣٤- ) ( ١٩٠٧ ) للعناصر فى الجدول الدورى تبعاً لأوزانها الذرية، وصولاً إلى تطوير " زويل " Zewail ( ١٩٤٦- ) ( كيمياء الفمتوثانية Femtosecond بأفاقها المأمولة . وأما فى الأحياء، فمن تصنيف " مندل " Mendel ( ١٨٢٢-١٨٨٤ ) للصفات الوراثية إلى اكتشاف " واطسون " Watson ( ١٩١٦- ) لشفرة تركيب الحامض النووى DNA، ثم إلى الهندسة الوراثية بتحدياتها المختلفة، وهكذا (\*).

(\* ) هذه مجرد أمثلة- وليست حصراً - لإنجازات علمية ارتبطت بالفكر الرياضى وجاءت صياغتها فى صورة نماذج رمزية . ولمزيد من التفاصيل حول هذه الإنجازات وغيرها ، أنظر على سبيل المثال:

- Grease , R.P. & Mann , C.C. : The Second creation , Makers of the revolution in twentieth century physics , Macmillan publishing company , N.Y, 1986.
- Morris , R. : "Dismantling the universe , the nature of scientific discovery , Simon & Schuster Inc, N.Y., 1983. =

ولن يقف التطور العلمى قطعاً عند حد ما، مادامنا ننمذج الفكر بلغة الطبيعة . كل ما نحتاجه هو حرية كاملة فى بناء الصور المتعددة من رمزيتنا الرياضية لكى نزود الفكر بجميع أدواته التفكيرية . إن الطبيعة معين لا ينضب، لأنها ستظل دائما تضع أمامنا مشكلات جديدة لم نكن نتوقعها. ولن نستطيع أن نلم بالحقائق كاملة ، لكننا نستطيع أن نعد العدة لتفسير عقلى ممكن للحقائق من خلال قوة الفكر الرمزى<sup>(٥١)</sup>. من جهة أخرى ، لا يقتصر دور الفكر الرياضى على تقديم الأدوات اللازمة لبناء النموذج النظرى التفسيرى لظاهرة من الظواهر، وإنما يتعدى ذلك ليقدم لنا أيضا أدوات التحقق من درجة يقين التمثيل القائم بين النموذج والأصل، وذلك من خلال فرع رياضى هام هو " حساب الاحتمال " The probability calculus. وتعد التصورات الرياضية الواردة فى هذا الفرع بمثابة " نماذج إحصائية " Statistical models نلجأ إليها فى مرحلة البحث التجريبي لربط الوقائع المشاهدة بالنموذج، ومن ثم اختيار النموذج الأفضل تمثيلاً للواقع والأكثر تقريبا له . فلا غنى لنا إذن عن الفكر الرياضى ، لا فى مرحلة بناء النموذج عقليا، أو فى مرحلة اختباره تجريبيا. وهو ما يفسر لنا الصدق التام للنموذج كبناء نسقى استنباطى من جهة ، واحتماليته كتمثيل للواقع من جهة أخرى.

---

- جورج جاموف: بداية بلا نهاية ( ترجمة محمد زاهر، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٠ ).

- جاكوب برونوفسكى : التطور الحضارى للإنسان ( ترجمة أحمد مستجير، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٧ ).

(٥١) إرنست كاسيرر : مقال فى الإنسان، ص ٣٦٥.

## تعقيب على الباب الثاني

٢٦ - حاولنا في هذا الباب أن نرسم صورة واضحة قدر الإمكان لأدوات بناء النماذج في العلم، أو بالأحرى لكيفية تشكيل الواقع والتعامل معه من خلال النماذج . وقد أطلعنا معالم الصورة على ثلاثة مباحث أساسية يستقى منها النموذج العلمى تلك الأدوات، وهى " اللغة " و" المنطق " و " الرياضيات " . ورغم ما قد نلمحه بين تلك المباحث من اختلاف فى الرؤى يدفعنا إلى التمييز بين " نموذج لغوى " و آخر " منطقي " وثالث " رياضى " ، إلا أن بنية النموذج العلمى تجمع بينها جميعا ليصبح كل منها فى النهاية بعدا ضروريا من أبعاده. تلك هى النتيجة المنهجية التى أفرزتها سنوات طوال من حوار الإنسان مع الطبيعة بغية فهمها وتفسير ظواهرها فى حدود العقل وإمكاناته.

بدأنا باللغة بوصفها نافذة الإنسان الأولى لخروج الأفكار وتلقيها، أعنى تحقيق الوجود اللغوى الفيزيائى لها بالكلمات. وميزنا فى هذا الصدد بين نموذج لغوى أصلى يتسم ببنيته الصوتية ، وآخر ثانوى يتسم ببنيته الخطية، فالأول تمثيل للخبرات العقلية ، أما الثانى فتمثيل للكلام ، ومن ثم فلا قيمة للثانى دون الأول ( ف ١٣ ) . كما ميزنا أيضا بين نموذج لغوى " عادى " تتفاوت الآراء فى نشأته بين التوقيف الإلهى والاصطلاح الإنسانى ( ف ١٤ ) ، وآخر " علمى " محدد المعنى والهدف، يولد نتيجة العرف والاتفاق ( ف ١٥ ، ١٦ ) . ومن خلال " اللغة " كلمات وقضايا تعبر عن أفكار وتصورات ، دلفنا إلى البعد الثانى من أبعاد النموذج العلمى، وهو " المنطق " . ويتمثل إسهامه فيما يقدمه من أحكام ومبادئ نستند إليها فى استنباط القضايا وردّها إلى بعضها البعض داخل النسق العلمى الواحد، بحيث تشير تلك القضايا- بديهيات ومبرهنات- إلى

كيانات صورية تتمذج الواقع بطريقة عقلية مجردة، الأمر الذى يسمح لنا بإقامة أنساق صورية متعددة لأية ظاهرة إنطلاقاً من مقدمات مختلفة، وكلها صحيح صورياً حتى تُرجح التجربة كفة إحداهما فنحكم بصدقه على الواقع ( ف ١٧-٢٣ ) . أما البعد الثالث للنموذج العلمى وهو "الرياضيات" فلا غنى عنه لما يقدمه من أدوات فنية - ثوابت و متغيرات - تنتقل بالنموذج من مرحلة التفسير الكيفى للواقع إلى مرحلة التفسير الكمى العدى له، مما يعنى ميكنة النشاط العقلى فى إطار عدد من الرموز والأعداد وعلاقتها ( ف ٢٤-٢٥ ) .

وقبل أن نطوى صفحات هذا الباب تتبغى الإشارة إلى أن أياً من أبعاد النموذج الثلاث السابقة لا يستبعد الآخر، فالنموذج الرياضى مثلاً - كلغة خاصة نعبر بها عن أفكارنا العلمية- لا يستبعد النموذج اللغوى الأصلى، لأن العبرة كما ذكرنا بالكلمات المنطوقة ، لا بتمثيلاتها المكتوبة، حتى ولو كانت هذه الأخيرة مجرد أشكال ورموز مجردة، إذ لا بد وأن يكون لها معنى يمكن النطق به ، سواء كان هذا النطق داخليا فى إطار الفكر ذاته، أو كان مباشرا فى صورة موجات صوتية. كذلك الحال بالنسبة للنموذج المنطقى، فرغم كونه أساسا للنموذج الرياضى ، إلا أن لكل منهما أدواته الفنية المميزة التى لا غنى عنها للنموذج العلمى ، لا سيما فى صورته الحديثة والمعاصرة.



# الباب الثالث

## مراحل بناء النموذج

النموذج الجيد يساوي ألف حقيقة "

م. ملترا



## تمهيد :

٢٧ - موضوع هذا الباب هو الكشف العلمي - أو النموذج - بمراحله البنائية المختلفة ، بدءاً من صياغته كفرضٍ تفسيريٍّ لعديدٍ من الوقائع الملاحظة ، ومروراً بمرحلة الفحص المنطقي أو التجريبي له ، ووصولاً إلى إقراره كقانونٍ يُحدد آلية عمل تلك الوقائع ، ثم كمنظريّة تُفسر القانون ذاته وما قد يرتبط به من قوانينٍ تعالج ظواهرٍ أخرى. وتلك هي المراحل التي أشرنا إليها بإيجاز في نهاية الفصل الأول (ف ٨-٣) كخطوات أساسية للبحث العلمي، والتي تُمثل دورة حياة أي نموذج أو نظرية علمية .

وأول ما نلاحظه بصدد تلك المراحل أن النموذج العلمي ليس وليد لحظة، بل هو حدث ضخم ومُعقد، تشترك في إخراجهِ جهود نظرية وتجريبية متواصلة . فمن العلماء من يُمهد التربة ، ومنهم من يبذر البذور ويرعاها ، ومنهم من يحصد ، لكن الناتج في النهاية لا يعدو أن يكون نموذجاً مرحلياً يُقرب الواقع بدرجة ما ، وعليه أن يُفسح الطريق بعد حين لآخر أكثر شمولاً ودقة .

ولا نهدف من هذا الباب إلى ترديد ما تحفل به كتب الميثودولوجيا من شروح لمناهج البحث العلمي في صورتها التقليدية والمعاصرة، وإنما نهدف بالأحرى إلى تأكيد أولية " التمثيل بالنماذج " - كما عرضناه من قبل (ف ٦،٧) - كمنهج عام للعلم في كافة مجالاته، أما الاستقراء والاستنباط والحس فمناهج مساعدة تستخدم بطريق مباشر أو غير مباشر في بناء النماذج والمفاضلة بينها، وذلك بتبيان مدى دقة التمثيل القائم بينها وبين ما تتمذجه من ظواهر. هذا من جهة ، ومن جهةٍ أخرى إذا كنا نُفضل الحديث عن " نماذج علمية " تمر بمراحل معينة على الحديث عن "قروض"



أو " قوانين " أو " نظريات " ، فليس ذلك بدافع الاستحسان اللغوى البلاغى لمصطلح على آخر، وإنما تأكيداً لنسبية المعرفة العلمية وتقريبيتها، تلك التى يُعبر عنها بوضوح مصطلح " النموذج " بما يحمله من لحظات " محتملة " للصدق أو الكذب . فى حين أن هذه النسبية قد تتوارى خجلاً خلف مصطلحات الفرض والقانون والنظرية حين تُؤخذ بمعناها اللفظى لتدل على الوجوب أو على حقيقة مطلقة لا تتبدل. حقاً لقد علّمنا " جاليليو " أن الطبيعة كتابٌ مفتوح، نستطيع قراءته بلغة الأعداد وعلاقتها ، لكن هذه الأخيرة - رغم ما تتسم به أبنيتها النسقية من يقين - ما هى إلا نماذج عقلية ممكنة منطقياً فحسب . وربما قرأ أحد العلماء سطوراً أو سطوراً فى الكتاب الكونى، لكن قراءات أخرى لاحقة لهذه السطور وما يتلوها تحمل بلا شك توضيحاً أو تعديلاً أو نسخاً لما سلمنا به وبدا لعقولنا أمراً مقنعاً رديحاً طويلاً من الزمن. وهل يُمكننا أن نسرد تاريخ العلم دون أن نذكر مثلاً الكرات السماوية، والنقاط الكتلية ، وخطوط القوة المرنة ، والأثير المتذبذب ، والنظام الذرى الكوكبى، واللولب المزدوج ، وازدواج الموجات الكرية .. الخ .

هكذا إذن تاريخ العلم : نماذج وتمثيلات تتلوها نماذج وتمثيلات، كالموجة تتبع الموجة، أو كنافذة تتسع رويداً رويداً لتكشف لنا عن فصول جديدة فى قصة الخلق الإلهى .

فلنتبع إذن مراحل بناء النموذج ، وليكن " الفرض " نقطة انطلاقنا.

## الفصل السابع

### النموذج في مرحلة الفرض

#### أولاً: الفروض العلمية وأنواعها :

٢٨ - لو أردنا وصفاً دقيقاً للعلم عبر تاريخه لقلنا أنه طريق نسير عليه وليس نهاية نصل إليها . هو منهاج قبل أن يكون نتيجةً مقطوعاً بصوابها. فنحن نتدرج دائماً من الجهل إلى المعرفة ، ومن المعرفة غير الكاملة إلى معرفة أكثر إكتمالاً. ولن يتسنى لنا أن نبدأ المسير أو نواصله من نقطة ما دون أن نطرح ونؤسس ما نسميه الفروض Hypotheses. وتلك هي أولى مراحل بناء النموذج.

وأبسط تعريف للفرض أنه " رأى أو قضية يتخيله أو يقترحه العالم بهدف الإجابة عن سؤال يشغله في بحثه، أو بهدف حل مشكلة أساسية تعترضه ، بشرط أن يخضع هذا الرأي أو الاقتراح لاختبار تجريبي بطريقة مباشرة أو غير مباشرة" <sup>(١)</sup>. وبعبارة أخرى، هو " تخمين guess - مؤسس علمياً - حول الأسباب أو الروابط القانونية لهذه أو تلك من ظواهر أو أحداث الطبيعة والمجتمع والتفكير" <sup>(٢)</sup>.

وتحمل الكلمات السابقة تحديداً لطبيعة النموذج في هذه المرحلة: فهو من جهة نقطة ابتداء تُستخدم - بشكل مؤقت - كقاعدة موجهة لبنية تفسيرية، ريثما يتم التحقق منها أو تفنيدها ببينة لاحقة . وهو من جهة أخرى مجرد إمكان مشروط، لأنه مؤسس على حجج أو عناصر محتملة

(١) محمود فهمي زيدان : مناهج البحث في العلوم الطبيعية المعاصرة، ص ٣٧.

(٢) ألكسندرا غيتمانوفا : علم المنطق ، ص ٣١٣.

وغير كافية<sup>(٣)</sup>. وقد يتسق هذا المعنى للفرض العلمى مع معناه اللفظى فى اللغة اليونانية، إذ يعنى فيها " وضع مشروع أو موضوع أمامى وأمام الآخرين للقيام به أو دراسته<sup>(٤)</sup>. لكن هذا الاتساق يغدو صعباً إذا نظرنا إلى المعنى اللفظى للمصطلح فى العربية ، فالفرض فى اللغة هو الحَزَّ فى الشئ ، أى قطعة دون فصله. وهو أيضاً ما أوجبه الله تعالى ، سُمى بذلك لأن له معالم وحدوداً . وقوله تعالى: " لأتخذن من عبادك نصيباً مفروضاً" ( النساء - ١١٨ ) أى مَقْتَضاً محدوداً<sup>(٥)</sup>. ومن ثم يُقال فرض الأمر فرضاً أى أوجبه، وفرضه عليه أى كتبه عليه، وفرضه له أى خصّه به، وهكذا<sup>(٦)</sup> ومن الواضح مدى ما يحمله هذا المعنى اللفظى للمصطلح فى العربية من وجوب وتأكيد يفتقر إليهما المعنى العلمى له، إذ ليست الفروض فى العلم سوى ممكنات يتصورها الإنسان ليستتبط منها النتائج . وربما نسميها بأسماء أخرى، كالبديهات والمسلّمات أو غير ذلك، لكن ذلك لا ينفى عنها طبيعتها، وهى كونها مجرد مقترحات مبدئية لأى نسق علمى، ويمكن أن نقترح سواها فتخرج لنا نتائج أخرى. ومن هنا كان ربطنا بين مصطلحى " الفرض " و "النموذج" بحيث ينطوى الأول تحت الثانى كمرحلة أولى له.

(3) Runes (ed): Dcit. Of Philosophy , item : Hypothesis , P.149, Also Barbet : Mastering Philosophy , Op. Cit, P. 242 .

(4) Burent , J. : Greek philosophy : Tales to Plato , London , 1914, reset and reprinted , 1964,P. 132.

نقلًا عن محمود فهمى زيدان : مناهج البحث الفلسفى ، ص ٢٧.

(٥) محمد بن أبى بكر الرازى : مختار الصحاح ( عنى بترتيبه محمود خاطر، دار الحديث ، القاهرة، بدون تاريخ) مادة " فرض " ، ص ص ٤٩٨ - ٤٩٩.

(٦) مجموع اللغة العربية: المعجم الوجيز ( تصدير إبراهيم بيومى مذكور ، طبعة خاصة بوزارة التربية والتعليم المصرية، القاهرة، ١٩٩٣) مادة " فرض" ص ٤٦٧.

٢٩ - وقياساً على ذلك يمكن تصنيف النماذج حال بنائها إما تبعاً لدرجة عمومية الفرض من جهة، وإما تبعاً لدلالته التوضيحية من جهة ثانية، وإما تبعاً لمدى قابليته للاختبار التجريبي المباشر من جهة ثالثة. فمن الجهة الأولى قد يكون الفرض - ومن ثم النموذج - عاماً، أو خاصاً، أو فردياً. ومن الجهة الثانية هناك فرض سببي وآخر وصفي، ومن الجهة الثالثة قد يكون الفرض مما يقبل التحقيق التجريبي المباشر، أو قد يكون غير ذلك فنسميه فرضاً صورياً. وليس هناك ما يحول دون تداخل التصنيفات الثلاث السابقة، بل إن الأول منها يؤدي إلى الثاني، والثاني إلى الثالث، بحيث يمكن للفرض أن يجمع بين أكثر من سمة، على ألا ينتمي إثنان منها إلى تصنيف واحد (اللهم إلا إذا اعتبرنا الفرض السببي مجرد وصف لآلية عمل إحدى الظواهر). وننظر الآن في هذه التصنيفات كل على حدة.

٢٩ - ١ - يقوم التصنيف الأول على النظر إلى حجم الظواهر التي يهدف الفرض إلى تفسيرها في مجال بحثي معين. فإذا كنا نقترح الفرض بهدف تفسير كل فئة الظواهر المدروسة، واستجلاء الطابع القانوني لترايباتها في كل زمان ومكان، كان الفرض عاماً *general hypothesis* (٧). ومن أمثلة هذا النوع من الفروض: فرض البنية الذرية للمادة عند "ديموقريطس"، وفرض الجاذبية عند "نيوتن"، وفرض الصفات الوراثية عند "مندل" والفرض الإيكولوجي (٨) القائل بتأثير النشاط الصناعي والتكنولوجي للإنسان على استقرار البيئة وتوازن مكوناتها.

---

(٧) غيما نوما : علم المنطق ، ص ٣١٤ .

(٨) نسبة إلى الإيكولوجيا Ecology أو علم دراسة العلاقة بين الكائنات الحية وبيئتها.

أما إذا كان الفرض يهدف إلى تفسير جزء من الظواهر المعنية أو مجموعة فرعية منها، فهو عندئذ فرض خاص Special hyp. أو جزئى particular . وكمثال على هذا النوع من الفروض يمكن إيراد الفروض الثلاث المعاصرة حول أصل الفيروسات<sup>(\*)</sup>. يذهب الفرض الأول إلى أن الفيروسات تنشأ من المركبات العادية للخلايا، تلك التى خرجت من تحت

---

(\*) الفيروسات Viruses نوع من الميكروبات يسبقه فى التصنيف نوع آخر هو البكتريا Bacteria ، ويمكن تعريفه بالقياس إليه. فالبكتريا كائنات مجهرية دقيقة، يتراوح قطر الخلية فيها بين ميكرون واحد ( جزء من ألف من المليمتر) واثنين. وهى أول ما اكتشف من الميكروبات المسببة للأمراض. ورغم التشابه الكبير بين أنواع البكتريا جميعا ، إلا أن ما يعرف الآن من سلالاتها يعد بالآلاف ، وهناك ثلاثة أشكال رئيسية منها : العصى (الباسلات Bacilli) والكرات Cocci والواويات Vibrios. وبعض البكتريا متحرك وبعضها ينتج جراثيم، وهو عندئذ يصمد أمام الحرارة أو الجفاف. وليس للبكتريا تزاوج جنسى، وإن كان المعروف عن بعض السلالات أن لها لونا بدائيا من الاتصال الجنسي. أما الفيروسات فهى أجسام أصغر من البكتريا بنحو ١٠-١٠٠ مرة، ويتراوح طولها بين ٢ و-٢.٠ من الميكرون. وقد أصبحت هامة فى السنوات الأخيرة كأسباب رئيسية لكثير من الأمراض الخارجة عن سيطرة الإنسان. وتقع الفيروسات على حافة الكائنات الحية، فليس لها مثلا " أيض " Metabolism - تحول غذائى- خاص بها ، فهى لا تتنفس ولا تهدم مركبات الكربون أو تعمل شيئا من هذا القبيل، وإنما تعوق " أيض" المخلوق الذى تصيبه فى سبيل تخليق عدد أكبر منها. وعندما يموت عائلها، أو فى حالة موت الخلايا المصابة بها وتحللها، فإن مئات عديدة من جسيمات الفيروسات تنطلق ، ويمكن أن تزيد من انتشار العدوى، أى أنها لا تموت. والعلم الذى يختص بدراسة كافة أنواع الميكروبات هو الميكروبيولوجيا Microbiology، وهو أحد فروع البيولوجيا .

لمزيد من التفاصيل ، انظر :

جون بوستجيت : الميكروبات الإنسان ( ترجمة عزت شعلان، مراجعة عبد الرزاق العدوانى، سمير رضوان ، سلسلة عالم المعرفة، العدد(٨٨) ، الكويت، أبريل ١٩٨٥) ص ص ٢٩ وما بعدها .

آليات التنظيم. أما الفرض الثانى فيذهب إلى أن الفيروسات ما هى إلا أخلاف البكتريا، تلك التى انتقلت إلى نمط الحياة الطفيلى داخل الخلايا، وذلك نتيجة لما فقدته البكتريا الأسلاف- فى مجرى الارتقاء- من قدرة على التبادل المستقل للمواد أدى إلى تدمير الغشاء الخلوى. وأما الفرض الثالث- وهو الأقرب إلى المعقول- فيذهب إلى أن الفيروسات تنبثق من صيغ الحياة الأولية ما قبل الخلوية . لكن أياً من هذه الفروض لم يجد بعد إثباته الكافى<sup>(٨)</sup> .

أخيراً إذا كان الفرض يهدف إلى تفسير واقعة أو حادثة مفردة، فهو حينئذ فرض فردى individual hyp.، فالطبيب مثلاً يطرح عدداً من الفروض الفردية فى مجرى علاج مريض بعينه، فيصف له أوية مفردة وبجرعات محددة خاصة به<sup>(٩)</sup>.

٢٩ - ٢ - ومن درجة عمومية الفرض إلى دلالاته التوضيحية يغدو الفرض - ومن ثم النموذج- سببياً causal أو وصفياً descriptive ويهدف الفرض السببى إلى تحديد الأسباب أو الشروط المؤدية إلى الظاهرة- أو مجموعة الظواهر- موضع البحث. ومن ثم فإنه يأخذ- أو ينطوى على - شكل القضية الشرطية: إذا كانت أ كانت ب<sup>(١٠)</sup>، كأن نقول مثلاً : " إذا ازدادت قوة الدفع الأولية للبندول ازدادت سعة ذبذباته " ، أو "إذا تلامس جسمان بدرجتى حرارة مختلفتين فإن الجسم الأكثر سخونة لا بد وأن ينقل حرارته إلى الجسم الأقل سخونة، حتى يتساويان فى درجة الحرارة" ، أو " إذا أمكن لجسم ما أن ينتقل بسرعة الضوء صارت كتلته

(٨) غيتما نوما، علم المنطق ، ص ٣١٥ .

(٩) نفس المرجع ، ص ٣١٦ .

(10) Mellone : Elements of modern Logic P. 204 .

لا نهائية ".... الخ. ومعظم قوانين العلم لها هذا الشكل السببي، حتى لقد ذهب البعض إلى أن القول بالسببية يعد مصادرة أساسية لأي بحث علمي<sup>(١١)</sup>.

أما الفرض الوصفي فلا يهدف كسابقه إلى تحديد الإطار السببي للظاهرة - أو مجموعة الظواهر - موضع البحث، وإنما يهدف بالأحرى إلى وصفها وصفاً مئماً يحقق لنا الفهم الدقيق لها<sup>(١٢)</sup>. وكمثال على هذا النوع من الفروض يمكننا الإشارة إلى الفرض الخاص بالأوزان الذرية<sup>(\*)</sup> للعناصر الكيميائية المختلفة، والذي طرحه عالم الكيمياء الإنجليزي "وليام بروت" W. Prout (١٧٨٥-١٨٥٠) في منتصف القرن التاسع عشر. ينص الفرض على أن ذرات جميع العناصر الكيميائية لها طبيعة مشتركة ولا تمثل إلا درجات مختلفة من "تركيز" ذرات الهيدروجين. وقد بنى "بروت" هذا الفرض على ما هو معروف من أن الأوزان الذرية المحددة كيميائياً للعناصر المختلفة بالنسبة للهيدروجين هي غالباً قريبة جداً من

---

(11) Ibid , P. 205 .

(١٢) محمود فهمي زيدان: الاستقراء والمنهج العلمي، ص ١٥٠.  
(\*) من المعروف أن الوزن الذري atomic weight لعنصر ما هو وزن الذرة مقدراً بوحدة الوزن الذري، وتقدر هذه الأخيرة بجزء من ستة عشر جزء من متوسط وزن ذرة الأوكسجين بجملة نظائره المختلفة في الماء العذب الطبيعي، وتساوي  $1,660 \times 10^{-24}$  من الجرام. وبعبارة أخرى يمكن القول أن الوزن الذري لعنصر ما مساو لعدد البروتونات والنيوترونات الموجودة داخل نواة ذلك العنصر. أما العدد الذري atomic number فهو عدد البروتونات فقط- ذات الشحنة الموجبة- داخل نواة الذرة، أو عدد الإلكترونات- سالبة الشحنة- الدائرة حول نواة الذرة. ومن المعروف أيضاً أن ذرة الهيدروجين هي أبسط ذرات العناصر الكيميائية، حيث تحتوي نواتها على بروتون واحد، ويدور حول تلك النواة إلكترون واحد، ولذا اتخذت كمقياس لكافة ذرات العناصر الأخرى. انظر معجم الفيزيكا الحديثة، مادة "العدد الذري"، مادة "الوزن الذري"، ج١، ص ٢١.

العدد الصحيح. وهكذا فوفقاً لرأيه، لابد من النظر إلى ذرة الأوكسجين- وهي أثقل من الهيدروجين بـ ١٦ مرة- باعتبارها مكونة من ١٦ ذرة هيدروجين مجتمعة معاً. وذرة اليود التي يبلغ وزنها ١٢٧ مرة قدر الهيدروجين لابد أنها تتكون من ١٢٧ ذرة هيدروجين، وهكذا.

ومع أن الاكتشافات الكيميائية في ذلك الوقت لم تمل إلى قبول هذا الفرض، إلا أن الدراسات اللاحقة للعناصر خلال القرن العشرين كشفت عن أن الأنوية المختلفة لذرات العناصر الكيميائية تتركب من أعداد من أنوية الهيدروجين الأولية التي عُرفت باسم " البروتونات" ، وأن بعضاً من هذه البروتونات يفقد شحنته الأصلية الموجبة ويُصبح متعادلاً كهربائياً، فتُسمى حينئذٍ " نيوترونات" . وبهذا الكشف أصبحنا نفهم الأوزان الذرية للعناصر وفقاً لنموذج " بروت" . فذرة الأوكسجين التي تحتل الترتيب الثامن في الجدول الدوري تتكون مثلاً من ٨ إلكترونات تدور حول نواة مكونة من ٨ بروتونات و ٨ نيوترونات، فيصبح الوزن الذري لها ١٦ والعدد الذري ٨. أما ذرة اليود ووزنها الذري ١٢٧ وعددها الذري ٥٣، فتتكون من ٥٣ إلكترونات تدور حول نواة مكونة من ٥٣ بروتوناً و ٧٤ نيوترونات في حين تتكون ذرة اليورانيوم (وزن ذري ٢٣٨ وعدد ذري ٩٢) من ٩٢ إلكترونات تدور حول نواة مكونة من ٩٢ بروتوناً و ١٤٦ نيوترونات، وهكذا<sup>(١٣)</sup>.

٢٩ - ٣- يبقى التصنيف الثالث للفروض العلمية من حيث كونها مما يقبل التحقيق التجريبي المباشر، أو كونها فروضاً صورية transcendental تتأى بمضمونها عما يمكن أن يخضع للإبراك الحسى. نمثل للنوع الأول بالفرض الفسيولوجي القائل بأن الجهد الشديد يؤدي إلى

(١٣) جورج جاموف : بداية بلا نهاية ، ص ص ١٥٣-١٥٦.



زيادة لا إرادية في عمق التنفس ودرجته. إذ يمكن رد هذا الفرض إلى التعميم التجريبي القائل بأن الجهد الشاق يؤدي إلى زيادة في كمية ثاني أكسيد الكربون في الدم، مما يدفع بالمخ إلى إرسال إشارات معينة من خلال القوس العصبى إلى العضلات المتحركة في التنفس، فيزداد عمق التنفس ودرجته بهدف الحصول على قدر أكبر من الأوكسجين<sup>(١٤)</sup>. أما الفرض الصورى فعلى خلاف ذلك يشير إلى كائنات واقعية لا تخضع للإدراك الحسى المباشر، فلا يمكن ملاحظتها بالحواس أو بأدق الأجهزة العلمية، ومع ذلك نفترض وجودها لأنها تساعدنا على فهم ظواهر معينة لا يمكننا فهمها بدونها، وإن كان من الممكن التحقق منها بطريق غير مباشر، وذلك باستنتاج قضايا لازمة عن الفرض، يتوافق مضمونها والخبرة الحسية المباشرة<sup>(١٥)</sup>. والفرض الصورى بهذا المعنى هو مما يميز المنهج العلمى المعاصر، أو ما يسمى المنهج الفرضى الاستنباطى Hypothetical deductive method، وهو المنهج الذى اتخذ أساساً لبناء النماذج منذ الربع الأخير من القرن التاسع عشر وحتى يومنا هذا. فلم يعد الفرض - كما كان الحال فى الاستقراء التقليدي<sup>(\*)</sup> - مجرد خطوة تفسيرية

(١٤) محمود فهمى زيدان : المرجع السابق، ص ص ١٤٥-١٤٦، ص ١٥٨.

(١٥) نفس المرجع، ص ١٥٩.

(\*) نعى بالاستقراء التقليدى منهج البحث فى العلوم الطبيعية خلال الفترة من القرن السابع عشر وحتى الربع الأخير من القرن التاسع عشر تقريبا. ولهذا المنهج ثلاث مراحل: مرحلة الملاحظة والتجربة، ومرحلة تكوين الفروض، ومرحلة تحقيقها. وكان الفيلسوف الإنجليزى " فرنسيس بيكون " من طليعة المتحمسين لهذا المنهج فى العصر الحديث، وإن لم يخل موقفه من عثرات واضحة، لعل أشهرها رفضه المعلن لمرحلة تكوين الفروض باعتبارها نوعا من التفكير الأرسطى الميتافيزيقى الذى انتقده بشدة. أما " جون سبتورات مل " فقد كان أكثر تحمساً من بيكون لهذا المنهج، كما أنه صحح بعض مواقفه، واتضح لديه الصورة العامة للاستقراء بمراحله المذكورة، لا سيما مرحلتى تكوين الفروض وتحقيقها.

تالية لخطوة الملاحظة والتجربة ، وإنما أصبح مرحلة أولى في البحث، تتلوها مرحلة استنباط النتائج اللازمة عن هذا الفرض ووضعها موضع الاختبار. خذ مثلاً نظرية " آينشتين " في النسبية الخاصة، بما تتضمنه من فروض كتقلص الطول وتزايد الكتلة وتمدد الزمان في حالة السرعات الكبيرة، فضلاً عن انحناء المجال الجانبي في النسبية العامة، وانظر أيضاً

---

لكن هذه الصورة التقليدية للمنهج العلمي لم تعد مقبولة، لا من العلماء أو من فلاسفة العلم المعاصرين، فهذا " كارل همبل " مثلاً يصف الخطوة الأولى - وهي الملاحظة والتجربة - بأنها ناقصة بطبيعتها، ذلك أننا لا يمكننا إحصاء جميع الملاحظات على أية ظاهرة قيد البحث، ومن ثم فلا قيمة للبدء بجمع الملاحظات دون فرض يسبقها ويوجهها. ولعل " همبل " هنا متأثر بمقولة " كارل بوبر " أنه لا يوجد إدراك حسي خالص يخلو من التفسير، أي أن كل إدراك حسي مشحون بنظريات.

ويؤكد " فيليب فرانك " هذا التوجه فيذهب إلى أن مجرد التسجيلات القائمة على الخبرة، أيما كان وقتها وشمولها، لا يُعطينا أدنى إشارة إلى كيفية صياغة نظرية أو فرض نستطيع أن نستنبط منهما بطريقة عملية نتائج ما نسجله، وإذا حاولنا أن نضع فرضاً أو نظرية على أساس ما نسجله من مشاهدات، فسرعان ما نلاحظ أننا بدون وجود أي نظرية، لن نعرف حتى ما يجب أن نشاهده. وتعني هذه المواقف المعاصرة أن الفرض - وليس الملاحظة والتجربة - هو الخطوة الأولى لأي كشف علمي، لكن ذلك لا يعني أنه يبدأ من فراغ، فإما أن تسبقه تعميمات وصلنا إليها بالاستقراء لكنها لازالت في حاجة إلى مزيد من التفسير، وإما أن تُوَكِّبه حركة بعث حسي للأفكار، يُسميها البعض تلميحات الطبيعية The hints of nature .

لمزيد من التفاصيل انظر :

- محمود فهمي زيدان: الاستقراء والمنهج العلمي، ص ص ٤١ وما بعدها.

- محمود فهمي زيدان: مناهج البحث في العلوم الطبيعية المعاصرة، ص ص ٢٩ وما بعدها.

- فيليب فرانك: فلسفة العلم، ص ص ٢٣ وما بعدها.

- Copi, Irving M. : introduction to logic , Macmillan Pub. Co., inc, N.Y. & Collier Macmillan Publishers , London , 1982, Part three .

إلى نظرية الكمّ بما تتطوى عليه من فروض عن مستويات الطاقة وقفزات الإلكترون وموجات المادة.. الخ ، فليست هذه وتلك مما يمكن أن نسميه فروضاً مشتقة من التجربة، أو قابلة للتحقيق التجريبي المباشر، لكنها فى الحقيقة سلسلة من الحدوس العقلية الخالصة، ذات طابع رياضى استنباطى مجرد. أو بعبارة أخرى هى مقدمات لنتائج يمكن التحقق منها بطريق غير مباشر، لكنها ليست نتائج لمقدمات تجريبية. وكما كتب باحث معاصر: "إن الفيزيائى المهتم بالبنية الأساسية للمادة فى هذا القرن (القرن العشرين) يتعامل مع إشعاعات لا يستطيع أن يراها، ومع قوى لا يستطيع أن يشعر بها ، ومع جسيمات لا يستطيع أن يلمسها"<sup>(16)</sup>.

على أن ذلك لا يعنى أن الفروض الصورية وقفّ على الحقبة المعاصرة، بل لقد استخدمها من قبل كثير من علماء الحقبة الحديثة، وما كان " نيوتن " مثلاً ليصل إلى قوانين الحركة أو إلى قانونه العام فى الجاذبية دون استخدام تلك الفروض، حتى وإن أنكر ذلك. يُعبر " أينشتين " عن ذلك فيقول: " لقد كان " نيوتن " - وهو أول من أبدع مذهباً شاملاً قابلاً للتطبيق ومناسباً للفيزياء النظرية- لا يزال يظن أن التصورات والقوانين الأساسية لمذهبه اشتقت من التجربة، وهذا هو لا شك معنى قوله " إنى لا أفترض فروضاً ". وفى الواقع لم يقم فى تلك الأيام أى إشكال حول تصورات المكان والزمان. وكانت تصورات الكتلة والقصور والقوة، وكذلك القوانين التى تربط بينها، تبدو كما لو كانت نقلاً مباشراً عن التجربة. ومادنا نسلم بهذا الأساس فإن التعبير عن قوة الجاذبية يبدو كما لو كان مما يمكن اشتقاقه من التجربة، وكان معقولاً أن نتوقع أن يكون

---

(16) Smith , L. : " The Bevatron " , Scientific American , Vol. 184, No. 2, February 1951, Quoted by Copi , OP. Cit, P. 471 .

الأمر على هذا النحو بالنسبة للقوى الأخرى. لكننا نستطيع حقاً أن نستدل من طريقة صياغة " نيوتن " لتصور المكان المطلق الذى يتضمن تصور الكون المطلق أنه كان يُحس بالقلق من ناحية ما انتهى إليه. فقد كان مقتنعاً تمام الاقتناع أنه لا يوجد فى دنيا التجربة ما يُقابل هذا التصور الأخير ولم يكن أيضاً مرتاحاً لفكرة التأثير عن بُعد. لكن النجاح العملى الساحق لنظريته هو الذى حال بينه فى الغالب- ومعه كل علماء الفيزياء النظرية فى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر- وبين الاهتداء إلى الطابع التخيلى لأسس مذهبه. ولم ندرك بوضوح خطأ هذه الفكرة إلا بمجئ نظرية النسبية العامة<sup>(١٧)</sup>.

ولعل فى هذا القول لأبرز علماء القرن العشرين ما يُوضح الطابع العقلى الخيالى لأهم نماذج العلم، وهو ما يدفعنا إلى البحث فى كيفية بناء النماذج .

### ثانياً : دور الخيال والحدس فى بناء النماذج الفرضية:

٣٠ - كيف نصل إلى الاكتشافات العلمية ؟ وهل يعتمد العلماء فى بناء نماذجهم على الاستقراء ، أم على الاستنباط المنطقى ، أم على نوع من الخيال imagination أو الحدس intuition ؟. الحق أننا لا نجد إجابة واضحة عن هذا السؤال يتفق عليها العلماء عبر تاريخ العلم . فمن العلماء- كنيوتن مثلاً- من يجيبك قائلاً: بالاستقراء من الحقائق المشاهدة. فإذا لاحظ العالم أن نفس النتيجة تظهر فى كثير من الحالات، فسوف يستخلص من ذلك أن نفس النتيجة سوف تظهر دائماً. لكن الاستقراء- فيما يشير فيليب فرانك- ليس بهذه البساطة. فنحن لا نكاد نستطيع أن نصنع به طريقة لإيجاد مبدأ عام مثل مبدأ الجاذبية. ولعلنا نذكر جميعاً

---

(١٧) أينشتين : أفكار وآراء ، ص ٦٠ .

قصة " نيوتن " ذاته ، وكيف أنه اهتدى إلى نظريته العامة فى الجاذبية  
بقفزة حدسية حين سقطت تفاحة فوق رأسه<sup>(١٨)</sup>.

من العلماء أيضا من يدعو إلى التمسك بالاستدلال العقلى المنطقى  
كوسيلة فعالة للكشف العلمى. لكن الاستدلال المنطقى - رغم أهميته - لا  
يأتى إلا فى مرحلة تالية لوضع الفرض أو النموذج، إذ نهدف به إلى تنظيم  
الآراء والأفكار واستنباط ما يلزم عنها من نتائج. ومن ثم فليس هو العامل  
الحاسم والجوهرى فى الوصول إلى أى كشف علمى. ولو كان كذلك  
لأمكن للبشرية أن تصل إلى ما وصلت إليه الآن من إنجازات وكشوف  
جديدة منذ زمن بعيد<sup>(١٩)</sup>.

لم يبق إذن إلا الخيال والحدس كمستودع دائم للنماذج والأفكار  
الجديدة . تلك هى النتيجة اللازمة عن دراسة أعمال العلماء واكتشافاتهم  
العلمية، وإن جاءت أقوالهم مخالفة لذلك. ولذا ينصحنا " آينشتين " قائلا :  
" إذا كنت تريد أن تتعلم شيئا من علماء الفيزياء النظرية عن منهج  
عملهم، فإننى أقترح عليك ألا تلقى بالآلى ما يقولون، بل كن حريصاً بدلا  
من ذلك على رصد ما يفعلون ، وراقبه عن كثب. والسر فى ذلك بسيط  
جداً: أن أصحاب الإبداع والخلق الفكرى يأبون التسليم بأن بنات أفكارهم  
ليست إلا مجرد ابتكار واختراع من عقولهم. إنهم لفرط إحساسهم بضرورة  
هذه الابتكارات ، ولأنهم يرونها طبيعية تماما، يعتبرونها حقائق قائمة  
بذاتها"<sup>(٢٠)</sup>.

---

(١٨) فيليب فرانك: فلسفة العلم، ص ٦٨.

(١٩) ماهر عبد القادر محمد: فلسفة العلوم - المنطق الإستقرائى، (دار المعرفة

الجامعية ، الإسكندرية) ، ١٩٩١ ، ص ٦٣.

(٢٠) آينشتين : أفكار وآراء ، ص ٥٨ .

على أن قولنا بالخيال أو الحدس كوسيلة أساسية للكشف العلمي لا يعنى انتفاء الدور الثابت لكل من الإدراك الحسى والتفكير العقلى المنطقى فى عملية بناء النماذج. أعنى للمثير أو الباعث التجريبيى الأوّلى الذى يدفع بالعالم إلى إكتشاف نموذجه ، ثم للاستدلال العقلى المنطقى الهادف إلى استنباط النتائج، وأخيرا لعملية الاختبار التجريبيى لتلك النتائج. ولولا ذلك لما استطعنا تمييز النماذج العلمية عن غير العلمية، ومن ثم التمييز مثلا بين علم الفلك astronomy والتنجيم astrology، أو بين علم الطب medical science والدجل witchcraft ، وهكذا<sup>(٢١)</sup>.

وربما يذهب البعض إلى أن الكشف العلمى أقرب ما يكون إلى العمل الفنى، فكلاهما عملية تركيبية محورها الخيال<sup>(٢٢)</sup>، أو بعبارة أخرى، كلاهما مسرحية صور، تُتمذج شيئا مخبوءً يؤرقنا. فإذا ما دلفنا مثلا من بوابة الذرة، دخلنا فى عالم لا تستطيع حواسنا أن تكتشفه. عالم تحكمه هندسة جديدة، طريقة فى تجميع الأشياء لا يمكننا أن نعرفها. كل ما نستطيعه هو محاولة تخيلها بالقياس، أو نمذجتها بعملية تصور جديدة<sup>(٢٣)</sup>، وهذا بعينه هو ما يلجأ إليه المصور أو الشاعر، بل والفيلسوف المتأمل، كل على طريقته. لكن الوظيفة التركيبية لخيال العالم تختلف بلا شك عن تلك التى نجدها لدى الفنان، ذلك أن أول ما يتسم به خيال العالم، أنه علمى، وله منطق لا يمكن أن ينحرف بصاحبه عن وضع الأشياء

---

(21) See Norris , Christopher : Resources of Realism ,Prospects for “Post- Analytic” Philosophy , S.T. Martin’s Press , INC , N.Y., 1997, P. 155.

(22) Morris, R. : Dismantling the universe , The nature of scientific discovery, P. 65.

(٢٣) جاكوب برونوفسكى : التطور الحضارى للإنسان ، ص ٢٠٧ .

وصورها، وقوانين حركتها، كما هو مألوف في عالم الواقع، أو بعبارة أدق كما يمكن أن يكون عليه في عالم الواقع<sup>(٢٤)</sup>.

٣١ - ولا شك أن من أشد التساؤلات صعوبة أمام العالم المتخصص هو ذلك التساؤل عن مبررات لجوئه إلى تلك العناصر الخيالية التي يحتويها نسقه التفسيري، لا سيما وأنها ليست مما يقبل التحقيق التجريبي المباشر. ربما أمكن للعالم - إذا كان نموذجها ناجحاً - أن يجيب ببساطة : لأنها تعمل because it works. لكن الطابع الخيالي المحض لتلك العناصر ، فضلاً عن تعدد الخيارات في عالم الخيال اللامتناهي، وصعوبة تحديد الملائم منها في تلك المرحلة، كل ذلك يفرض سؤالاً آخر عن أسباب تفضيل خيار على آخر. هنا يبدأ العالم في استخدام كلمات مثل "الجمال" ، و"التناسق" ، و"الأناقة الرياضية" ، كمقومات لبساطة النموذج وجاذبيته، تلك التي تعنى مبدئياً - وسيكولوجياً - نجاحه في تحقيق الهدف الذي بُني من أجله<sup>(٢٥)</sup>.

خذ مثلاً فكر " المجال " Field التي أثبتت نجاحاً ملحوظاً في الفيزياء والهندسة رغم كونها فكرة تجريدية<sup>(٢٦)</sup>. فنحن لا نستطيع أن نوى

---

(٢٤) ماهر عبد القادر محمد : المنطق الاستقرائي ، ص ص ٦٦ - ٦٧ .

(25) Davies , P. : Superforce , PP. 66-67 .

(\*) بدأت فكرة المجال في الفيزياء بمحاولة الفيزيائي الإنجليزي " ميشيل فاراداي " M.Faraday (١٧٩١-١٨٦٧) تفسير طبيعة الاتصال التجاذبي بين النقاط المادية، تلك التي وقف " نيوتن " أمام غموضها حائراً فعبّر عنها بمصطلح أشد غموضاً هو " التأثير عن بعد " Action at distance . إقترح " فاراداي " تفسيراً لذلك وجود " هالة لا مرئية " invisible halo من التأثيرات الناجمة عن المادة، والممتدة خلال المكان بين الأجسام المختلفة. هذه الهالة من التأثيرات يمكن الاقتناع بوجودها إذا تصورنا المغناطيس أو الشحنة الكهربائية المتحركة كأخطبوط ضخم له زوائد عديدة يرسلها في كل الاتجاهات. وعن طريق هذه الزوائد، التي أطلق =

أو نلمس مجالا كهرومغناطيسيا. إننا نفترض فقط أنه موجود بتأثيره على الشحنات الكهربائية المختلفة. ومن ثم فإن ما نتعامل معه بالفعل هو تفاعل بين تلك الشحنات. ولكن إذا كانت هذه الأخيرة مما يمن إدراكه حسيا ، فلم إذن نحتاج إلى تصور المجال ؟ . ألا يمكننا أن نتحدث فقط عما يمكن أن نراه أو نلمسه دون اللجوء إلى فكرة رياضية مبعثها الخيال؟ . ربما أمكن لنا ذلك ، لكن الفارق هنا هو ما يحمله النسق الناتج من غموض وتعقيد يؤرق العالم المتخصص قبل الإنسان العادى. ولا مخرج لنا من هذا الغموض وذاك التعقيد إلا ابتك الفكرة الرياضية التى بدت لماكسويل - ومن بعده آينشتين- أكثر أناقة، وأكثر توافقا ، وأكثر إيعازا من نسق عيني يتجاهلها. فإذا ما أصبح النموذج ناجحا، بات من الممكن أن نألفه، حتى ليتعذر التمييز بين المجرى والعينى، الخيالى والحقيقى، الممكن والواقعى<sup>(٢٦)</sup>.

---

=عليها " فاراداي " اسم " خطوط القوة " ، يستطيع الجسم المادى أن يقوم بعملية الجذب والتنافر. ولم يأخذ هذا الاقتراح شكله الرياضى اللازم لأية نظرية فيزيائية إلا حين وجه الفيزيائى الاسكتلندى " جيمس كليرك ماكسويل " J.K. Maxwell (١٨٣١-١٨٧٩) اهتمامه الشديد لأراء " فاراداي" فصاغ هذه الآراء فى أربع معادلات تفاضلية جزئية ، تصف سلوك القوى الكهربائية والمغناطيسية الناجمة عن الشحنات والتيارات الموجودة فى النظام الفيزيائى فى جميع الظروف المقبولة تقريبا. وبهذا الشكل الرياضى، يمكن تعريف المجال بصفة عامة بأنه الشكل الأكثر نقاءً لخطوط القوة التى اقترحها " فاراداي " .

لمزيد من التفاصيل، انظر :

- صلاح عثمان: الاتصال واللاتهاى بين العلم والفلسفة ، ص ص ١٧٤ وما بعدها.

- بانيش هوفمان: قصة الكم المثيرة ، ص ص ١١ وما بعدها.

- Lucas, J. R. : Space , Time , and Causality , The clarendon press, Oxford, 1985, PP. 176 FF.

(26) Davies, Op. Cit, P. 67 .



خذ أيضا تصور الطاقة Energy. فمما لا شك فيه أنه تصور عقلي مجرد، تتبع جاذبيته من ذلك القانون القائل بأن " الطاقة لا تبنى ولا تستحدث من عدم ". ومع ذلك ، ما هي الطاقة؟. هل تراها أو تلمسها؟ إننا حين نضع رقلاً ما فوق حامل، نكون قد بذلنا قدراً من الشغل لرفعه، وحينئذ نقول أننا قد بددنا قدراً من الطاقة. ومع أننا نستطيع أن نرى إجهاد العضلات لرافع النقل، ويمكن أن نتخيل أيضاً أننا نلاحظ بالفعل هذا القدر المبدد من الطاقة بتأثيره في عضلاته المنتفخة وفيما يبدو على وجهه، إلا أن القانون السابق يؤكد لنا أن الطاقة لا تزال هناك بكيفية ما، فأين ذهبت الطاقة؟ يجب عالم الفيزياء بأن الطاقة أصبحت مختزنة في الوزن. وهذا هو التصور المزاوغ: الطاقة الكامنة Potential energy .

إن الطاقة لازالت هناك حقاً ، وإن كنا لا نراها. فإذا ما أردنا استردادها ، كان علينا أن نسحب الحامل من تحت النقل، فيهوى الأخير مصطدماً بالأرض أو محطماً. حينئذ ندرك أن الطاقة المختزنة قد أطلقت. ما الطاقة إذن إلا تصور خيالي ومجرد، مع أنها أصبحت جزءاً هاماً من مفرداتنا اليومية المألوفة . وقس على ذلك كافة نماذج العلم المجردة التي أثبتت نجاحاً ملحوظاً ، فأصبحنا نألفها كما نألف العيني ، حتى ولو كان نجاحاً مرحلياً يفرضه تطور العلم وديناميكيته<sup>(27)</sup>.

---

(27) Ibid, P. 68 , and see also , Jacob , Francois: The possible and the actual , university of Washington press, Seattle and London , 1982, Passim .

## الفصل الثامن

### معايير قبول النموذج

٣٢ - المرحلة الثانية من مراحل بناء النموذج العلمي هي مرحلة الفحص والاختبار . أعنى مرحلة الوقوف على مدى أحقية الفرض أو النموذج بالقبول ، ومن ثم اعتماده كقانون أو نظرية . وقد يشكك البعض فى أهمية هذه المرحلة متسائلين . إذا كان الفرض أو النموذج فعلاً من أفعال الخيال أو الحدس، وكان هذان الأخيران مصدرين مباشرين للإبداع، فما حاجتنا إذن إلى فحص النموذج واختباره ؟

هنا ينبغي أن نشير إلى النقاط التالية :

٣٢ - ١ - أن الخيال والحدس ليسا دائماً مصدرين للإبداع، وإن كانت إبداعاتنا المختلفة ترجع إليهما بالضرورة. فاللوحات الفنية مثلاً، وكذلك الأشعار والألحان وغيرها ، منها ما يتسم بالإبداع، ومنها ما نصفه بالرداءة ، وإن كانت جميعها وليدة الخيال أو الحدس. كذلك الحال بالنسبة للنماذج العلمية، فمنها ما يكون حلاً ناجحاً لمشكلة تؤرقنا، ومنها ما نظنه كذلك لكنه لا يصمد أمام الشواهد التجريبية وشروط العقل والمنطق. ولا يمكننا التمييز بين الجيد والردئ إلا بمرحلة الفحص والاختبار، وذلك بما تكشف عنه من تمثيلات موجبة أو سالبة تستدعى قبول النموذج أو رفضه أو تطويره .

٣٢ - ٢ - وإذا كنا نصل إلى النماذج العلمية بالخيال أو الحدس، فمعنى ذلك أنها ليست خلقاً حراً للعقل البشرى - كما قد نفهم من عبارة "آينشتين" السابقة (ف٣٠) - فنحن لا نختراعها أو نؤلفها، وإنما نكتشفها

بفعل عقلى مباشر. وهو ما يعنى أيضا أن لتلك النماذج عالمها الخاص والمستقل عن عالم الحس المادى الفيزيائى من جهة، وعالم الخبرات الشعورية من جهة أخرى. ذلك هو عالم المثل عند " أفلاطون " ، أو عالم الحقائق الأزلية عند " ليبنتز " ، أو عالم المعانى عند " فريجه " ، أو العالم الثالث عند " بوبر " ، أو غير ذلك من أسماء تعبر عن واقعية هذا العالم المفارق<sup>(\*)</sup>. ولا تتف محتويات هذا العالم عند حدود النماذج العلمية بأبعادها المختلفة، بل يحوى أيضا كافة الأفكار والماهيات والمعانى الكلية المجردة فى شتى مجالات المعرفة الإنسانية. ولا يميز العلمى عن غير العلمى منها، أو ما يبدو متسقا عما هو دونه إلا مرحلة الفحص والاختبار.

٣٢ -٣- فإذا ما أردنا تبرير التطور الملاحق للنماذج العلمية، أو بعبارة أخرى تبرير التعدد والاختلاف بين نماذج الشئ الواحد عبر تاريخ العلم، كان علينا القول بنسبية الرؤى المباشرة لمحتويات هذا العالم المفارق، وهى نسبية يحكمها موقع الرأى فى مسيرة التقدم العلمى، وما توافر له من إمكانات وأدوات عقلية وتجريبية تثير حدسه أو خياله. فما توافر لأرسطو مثلا حين فسر الجاذبية بأنها نزوع الأشياء نحو أماكنها الطبيعية ، لم يرق إلى ما توافر لنيوتن حين نظر إليها كمجموعة قوى يمكنها التأثير من بعد . وما توافر لنيوتن فى العصر الحديث لم يرق إلى ما توافر لأينشتين فى القرن العشرين حين جعل من الجاذبية مجرد انحناء

---

(\*) لمزيد من التفاصيل عن النزعة الواقعية Realism بمعناها الأفلاطونى ، وتطورها فى الفكر الحديث والمعاصر، انظر كتابنا: الاتصال واللاتهاوى بين العلم والفلسفة ، ص ص ٢٩٢ وما بعدها ، وأيضا :

Cassirer, Ernst : Substance and Function & Einstein's theory of relativity,  
Both books bound as one , Dover publications , Inc, N.Y, 1953,  
PP.312 FF.

أو تشويهه في متصل الزمان- مكان بفعل كثافة المادة ، وهكذا .

٣٣- ومع أننا لا نجد اتفاقاً بين العلماء أو بين فلاسفة العلم حول شروط أو معايير بعينها لقبول النموذج العلمي، إلا أننا يمكن أن نجملها في خمسة معايير ، وهي (٢٨):

١ - الملائمة أو السداد Relevance، بمعنى ملائمة النموذج لموضوع التفسير وارتباطه به .

٢ - القابلية للاختبار Testability.

٣ - التوافق مع النماذج التي تم إثباتها بدقة أو تم قبولها بالفعل، وهو ما يعرف بالارتباط النظري Coherence.

٤ - القوة التفسيرية أو التنبؤية للنموذج Predictive or explanatory power.

٥ - البساطة Simplicity .

وقد تحدثنا عن بعض هذه المعايير في مواضع متفرقة من الصفحات السابقة، ولكن لا بأس من إعادة إيجازها ومناقشتها في النقاط التالية:

### **أولاً : ملائمة النموذج لموضوع التفسير :**

٣٣ - ١- ليس هناك نموذج مقترح لذاته، ولكنه يقترح دائماً كتفسير لواقعة أو لأخرى ، ومن ثم يجب أن يكون النموذج ملائماً للواقعة المراد تفسيرها. بمعنى أن هذه الواقعة ينبغي أن تكون قابلة للاستنباط من النموذج المقترح- إما منه بمفرده ، أو منه بالاشتراك مع نماذج أخرى

---

(28) Copi : Introduction to Logic , P. 471.

سابقة ذات درجة عالية من الاحتمال، أو من هذه جميعا بالإضافة إلى مجموعة من الشروط الابتدائية للواقعة موضع البحث<sup>(٢٩)</sup>. ذلك هو المعيار الأول لقبول النموذج العلمي، أو لتفضيل نموذج على آخر. فما كنا مثلاً لنفضل نموذج " آينشتين " فى الجاذبية على سلفه النيوتونى لولا ملائمة الأول لعدد أكبر من الوقائع، لا سيما واقعة التغير فى الحضيض الشمس للكوكب "عطارد"<sup>(٣٠)</sup>، والتي أمكن استنباطها منه على نحو دقيق، فى حين عجز نموذج "نيوتن" عن احتوائها وتفسيرها بنفس القدر من الدقة.

### ثانياً: القابلية للاختبار :

٣٣ - ٢ - ونعنى بها إمكانية تأكيد النموذج أو تفنيده بملاحظات وتجارب عينية. وقد سبق لنا تعريف النموذج الفرضى بأنه رأى أو اقتراح مشروط بقابليته للاختبار (ف٢٨) ، ومن ثم تصبح هذه الأخيرة معياراً أساسياً لقبول النموذج أو رفضه. حقاً أن معظم النماذج العلمية تتطوى على كيانات صورية تستعصى على التجربة، كالإلكترونات، والفوتونات، والموجات الكهرومغناطيسية،... الخ، إلا أننا نستطرد فنقول : يكفى أن تكون " نتائج" النموذج قابلة للاختبار<sup>(٣٠)</sup>.

:  
(29) Ibid.

(\*) يدور " عطارد" - وهو أقرب الكواكب إلى الشمس- فى مدار إهليلجى واضح، بحيث تقع الشمس فى إحدى بؤرتيه ، لكن الحضيض الشمسى له - أى النقطة التى يكون فيها أقرب ما يكون إلى الشمس- لا يبقى ثابتاً فى الفضاء، وإنما ينتقل ببطئ بمقدار ٤٣ ثانية كل قرن. وعلى حين فشل نموذج " نيوتن " فى تفسير ذلك السلوك الشاذ فى حركة الكوكب، فقد أمكن تفسيره بدقة من خلال نموذج "آينشتين" .

لمزيد من التفاصيل ، انظر :

صلاح عثمان : الاتصال واللاتناهى ، ص ص ٢٠٦ وما بعدها .

(30) Loc. Cit.

وبما أنه من المؤكد أننا لا يمكن أن ندقق كل النتائج بواسطة التجربة، فالأحرى بنا أن نقول أن النموذج يمكن قبوله إذا لم تتعارض إحدى نتائجه مع التجربة، بشرط أن يكون عدد الاختبارات كبيراً بما فيه الكفاية، فضلاً عن تنوعها واختلافها. ومن الطبيعي في هذه الحالة أن نضيف إلى نتائج النموذج عدداً من "التعريفات التشغيلية" التي تربط بين النصوص المتعلقة بالرموز الأساسية للنموذج وتلك التي تتعلق بالوقائع المرئية. وطبقاً للنظرية الإحصائية للاحتتمالات فإن ذلك يعنى أن النموذج المقبول هو ذلك الذى يبدى اتفاقاً مع الوقائع المرئية أكبر مما تبديه النماذج الأخرى<sup>(٣١)</sup>.

### ثالثاً: الارتباط النظرى :

٣٣- ٣- ولابد من اعتبار الارتباط النظرى معياراً هاماً من معايير قبول النموذج، ذلك أن بعض النماذج تقبل، لا لشيء إلا لأنها تلزم عن نماذج سابقة تم إثباتها بدقة أو تم قبولها على أسس أخرى. فإذا تقدمنا مثلاً بنموذجين يفسران الوقائع على حد سواء، وكلاهما مدعم بشواهد تجريبية ملائمة، فإننا نقبل أحدهما أكثر من الآخر إذا كان "متفقاً" مع إطار تفسيري أرحب نعمل به بالفعل.

ويعنى "الاتفاق" هنا ألا يكون هناك تناقض بين نتائج النموذج ونتائج ما سبق أن قبلناه من نماذج فى إطار العلم ذاته<sup>(٣٢)</sup>. وبعبارة أخرى نستطيع القول أن العلم فى سعيه إلى الإحاطة بمزيد من الوقائع إنما يهدف إلى إنجاز نسق من النماذج التفسيرية، ومثل هذا النسق ينبغى بالطبع أن يكون متسقاً فى ذاته، وإلا فقدنا شرطاً منطقياً هاماً من شروط بناء

---

(٣١) فيليب فرانك : فلسفة العلم ، ص ص ٤٢١-٤٢٢.

(32) Barbet : Mastering Philosophy OP. Cit, P. 245.

المعرفة العلمية، ألا وهي كونها فى جملتها تمثل نسقاً مترابطاً يؤدي السابق فيه إلى اللاحق . وهكذا فإن فرض " لوفرييه " القائل باحتواء المجموعة الشمسية على كوكب آخر غفلت عنه الحسابات الفلكية- هو الكوكب " نبتون " -كان متسقاً تماماً مع المادة الرئيسية لنموذج " نيوتن" فى الجاذبية، وتلك هى الطريقة المثلى للتقدم العلمى<sup>(33)</sup>.

وكما أشرنا من قبل (ف ٤، ٥) فإن بعض النماذج الجديدة فى العلم، وإن بدت فى ظاهرها مفترقة لشرط اتساق- ومن ثم اتصال- المعرفة العلمية وتدرجيتها، إلا أن الباطن يوحى بعكس ذلك.

حقاً لقد أدى مثلاً نموذج النسبية لأينشتين إلى تغيير فى النظرة النيوتونية السائدة لعمليات الطبيعة، إلا أن أينشتين نفسه أصر دائماً على أن نمودجه كان تعديلاً لنموذج نيوتن أكثر منه رفضاً له. كما أن ظاهرة النشاط الإشعاعى radioactivity، والتي أدركناها من خلال التحلل الذاتى لذرات بعض العناصر المشعة كعنصر " الراديوم " ، حملت فى ظاهرها رفضاً لمبدأ بقاء المادة conservation of matter - حيث المادة لا تفتنى ولا تستحدث من عدم- إلا أن هذا المبدأ تم تعديله إلى آخر أكثر شمولاً هو مبدأ بقاء طاقة الكتلة conservation of mass-energy<sup>(34)</sup>.

هذه الأمثلة وغيرها إن دلت على شئ فإنما تدل على أن تحديد النقطة التى يتم عندها قبول النموذج لارتباطه النظرى مع ما سبق من نماذج، لا يقل صعوبة عن تحديد النقطة التى يتم عندها رفضه بزعم افتقاره لهذه السمة، الأمر الذى يؤكد أهمية المعايير الأخرى، بل وأسبقيتها أحياناً فى تفضيل نموذج على آخر .

---

(33) Copi : Op. Cit, P. 472.

(34) Ibid.

## رابعاً: القوة التفسيرية أو التنبؤية :

٣٣ - ٤- التفسير والتنبؤ يمثلان خاصيتين أساسيتين من خصائص النموذج العلمي (ف٨) ، وإن كان تماثلهما - شكلياً على الأقل<sup>(\*)</sup> - يسوغ لنا جمعهما في معيار واحد من معايير قبول النموذج. ولا يختلف هذا المعيار كثيراً عن معيار القابلية للاختبار (ف٣٣-٢) ، بل يُعد في الحقيقة امتداداً له. فالنموذج يكون قابلاً للاختبار إذا أمكن لنا أن نستنبط منه نتائج تقبل الإدراك العيني، أو ما نسميه " الوقائع المرئية ". ومن جهة أخرى إذا كان لدينا نموذجان وأردنا المفاضلة بينهما، فإننا نقبل أحدهما أكثر من الآخر إذا أمكن لنا أن نستنبط منه عدداً أكبر من الوقائع المرئية، إذ نقول حينئذ أن له قوة تفسيرية أو تنبؤية أكبر. وعلى هذا النحو يمكننا القول أن نموذج " نيوتن " في الجاذبية مرتبطاً بقوانينه الثلاث عن الحركة - له قوة تفسيرية أو تنبؤية أكبر من نموذجي " كبلر " و " جاليليو " ، لأن كل النتائج القابلة للملاحظة لهذين الأخيرين هي بالمثل نتائج لنموذج " نيوتن "، فضلاً عما يتيح النموذج " النيوتوني " من تفسير لحالات أخرى ومتنوعة من الحركة، مثل ذبذبة بندول ساعة الحائط، وحركة القمر حول الأرض، ودوران الكواكب حول الشمس ، ودوران المذنبات comets والأقمار الصناعية ، وحركات النجوم المزدوجة double stars أحدهما حول

---

(\*) يتشابه بناء التفسير والتنبؤ من حيث الشكل الصوري على الأقل ، إذ يتعلق الفارق الوحيد بينهما بالوقت الذي يحدث فيه التفسير أو التنبؤ ، فإذا استنتجنا وصفاً لحادث قبل وقوعه كان ذلك تنبؤاً بالحادث ، وإذا استنتجنا وصفاً لحادث بعد وقوعه، كان ذلك تفسيراً، فالعامل المتغير هنا لا يخرج عن " زمن " إصدار الحكم التفسيري أو التنبؤي.

لمزيد من التفاصيل ، انظر :

كارل لامبرت وجوردن بريتان: مدخل إلى فلسفة العلوم، ص ص ٥٦ وما بعدها.



الآخر ، وهكذا(٣٥).

ومن الطبيعي أن يلجأ العلماء في تأكيد القوة التفسيرية والتنبؤية للنموذج- ومن ثم قبوله أو رفضه- إلى إتباع عدد من القواعد المنطقية الشائعة، سواء أكان ذلك عن وعى بشروط دقة وسلامة الاستنباط الصحيح أو عن جهل بها، الأمر الذي يؤكد أهمية الدور الذي يقوم به عالم المنطق أو فيلسوف العلم في رسم الصورة العامة للمنهج العلمي بدقائقها المختلفة. نعرض الآن لنموذجين من هذه القواعد، إحداهما صحيحة والأخرى فاسدة منطقياً ، وهو ما توضحه لنا قوائم الصدق الرمزية المعاصرة .

أ - تأخذ هذه القاعدة صيغة قياس شرطى حملى استثنائى متصل (صورى الرفع بالرفع Tollend tollens) ، وبيانها كالتالى :

إذا صدق النموذج ( ن ) صدقت بالتالى النتيجة اللازمة عنه ( ج )

لكن النتيجة اللازمة عنه ( ج ) كاذبة

∴ النموذج ( ن ) كاذب

نستعين بهذه القاعدة لنقرر أن فرضاً ما- أو نموذج - يكذب إذا وجدنا حالة سلبية تتعارض معه ، أى إذا استنتجنا نتيجة للنموذج ولم نجدنا مطابقة للواقع. والأمثلة على تطبيق هذه القاعدة كثيرة فى تاريخ العلوم، لعل أشهرها قصة الخلاف بين نموذجى كل من " نيوتن " و"هايجينز" حول طبيعة الضوء (ف٣) . قال " نيوتن " أن الضوء مؤلف من جسيمات، فى حين ذهب " هايجينز " إلى أن قوام الضوء موجات مرنة.

---

(35) Ibid , P. 473.

وأيضاً محمود فهمى زيدان : مناهج البحث فى العلوم الطبيعية المعاصرة، ص ٥٠-٥١.

ومع تقديم كل منهما لما يدعم وجهة نظره من شواهد تجريبية، لوحظ أن الخلاف الكمي الوحيد بينهما هو مقدار سرعة انتشار الضوء خلال الماء. فطبقاً للنموذج الجسيمي ينتقل الضوء خلال الماء بسرعة أكبر من سرعة انتقاله خلال الهواء ( بسبب زيادة التجاذب المتبادل بين الجسيمات في الوسط الأكثر كثافة) ، أما النموذج الموجي فيقضى بأن سرعة انتقال الضوء في الماء أقل منها في الهواء. ومع منتصف القرن التاسع عشر تقريباً استطاع الفيزيائي الفرنسي " ليون فوكوه " L. Foucault (١٨١٩-١٨٦٨) إجراء التجربة الحاسمة للفصل بين النموذجين، وأثبت " فوكوه " أن الضوء ينتقل في الماء بسرعة أقل من سرعة انتقاله في الهواء، بل وبنفس القدر الذي قال به " هايجنز " (٣٦). وهكذا يمكن صياغة تكذيب النموذج الجسيمي لنيوتن طبقاً لقاعدتنا كما يلي (٣٧):

إذا صح نموذج نيوتن عن الطبيعة الجسيمة للضوء، نتج عنه أن الضوء ينتشر في الوسط الأكثر كثافة ( الماء ) أسرع من انتشاره في الوسط الأقل كثافة ( الهواء ) ، لكن الضوء ينتشر في الوسط الأقل كثافة أسرع منه في الوسط الأكثر كثافة . إذن نموذج نيوتن كاذب. ونضع هذا القياس في صيغة دالة رمزية بلغة نظرية حساب القضايا فنقول :

$$[ (ق \subset ل) \sim ل ] \subset \sim ق .$$

حيث تعبر دالة اللزوم الأولى (ق  $\subset$  ل) عن مقدمة القياس الكبرى، في حين يربط ثابت الوصل (.) بين المقدمتين : الكبرى،

(٣٦) انظر : محمود فهمي زيدان: المرجع السابق، ص ص ٤٥ وما بعدها.  
وأيضاً : صلاح عثمان : الاتصال واللاتناهي ، ص ص ١٦٨ وما بعدها.  
(٣٧) محمود فهمي زيدان : المرجع السابق ، ص ٤٨ .





فإن ذلك ينطوي على مخاطرة التسليم باحتواء الجزء للكل، ولذا جاء القياس فاسداً<sup>(٣٩)</sup>.

ويعنى ذلك أنه إذا صدقت نتائج نموذج ما، أو حدثت وقائع تتسق معه واعتبرنا ذلك تصديقاً له، فإننا لا نقول أن النموذج صادق، وإنما نقول فقط إننا وجدنا تدعيماً أو تأييداً له، وإن لم نعط برهاناً حاسماً على صدقه. وذلك أول الأسس التي تجعلنا نحكم باحتمالية النموذج لا بيقينيته. لم يعد منطقة العلم يتحدثون عن تحقيق للنموذج، وإنما فقط عن تدعيمه أو اختباره. ومهما زادت الوقائع والملاحظات والتجارب التي تؤيد النموذج، فلن يقوم هذا دليلاً على برهان منطقي حاسم على صدقه، وإنما احتمال صدقه فقط<sup>(٤٠)</sup>، وتلك هي ديناميكية النموذج (ف ٨-٣).

#### خامساً : البساطة :

٣٣ - ٥ - معيارنا الخامس للحكم على النموذج - ومن ثم قبوله أو رفضه - هو مقدار ما يتمتع به من بساطة. فإذا كان لدينا مثلاً نموذجان متساويان من كافة النواحي الأخرى، فإننا نختار عادة الأبسط منهما. وسبب ذلك الاختيار هو أن النماذج الأبسط هي الأكثر "إحكاماً"، والأكثر "روعةً" و "جمالاً"، كما أن العمل بموجبها يريحنا أكثر. وهي أسهل على الفهم والتذكر والتداول. لكن هذه الأسباب - أو أية مجموعة منها - لا توفر في الحقيقة معياراً موضوعياً للبساطة، ذلك أنها تتطرق جميعاً من أسس ذاتية وحدسية. وكما نعلم - من تاريخ الفنون - فإن المرء يكتسب تفضيلاً جمالياً معيناً نتيجة لأسلوب معين فى الحياة، أو نموذج ثقافى واجتماعى معين. وكثير جداً من العلماء نوى الخلفية

(٣٩) انظر : محمد محمد قاسم : نظريات المنطق الرمزي، ص ص ٨٧-٨٩.

(٤٠) محمود فهمى زيدان : المرجع السابق، ص ص ٤٩-٥٠.

الرياضية يتحمسون لنموذج "آينشتين" فى الجاذبية لأن معادلاته على درجة فائقة من البساطة والجمال الرياضى . ومع ذلك نجد من بين الفيزيائيين التجريبيين والفلكيين الرصديين من يرى أن هذه المعادلات بالغة التعقيد ، وأنه ليس هناك ما يستحق إدخال مثل هذه المعادلات المعقدة من أجل استنباط عدد قليل جدا من الوقائع التى قد تكون موضع اختلاف فى الرأى<sup>(٤١)</sup>.

تلك هى الصعوبة الأولى المرتبطة بمعيار البساطة. أما الصعوبة الثانية فهى محاولة تبرير ميلنا إلى النماذج الأبسط على اعتبار أن لها فرصة أكبر فى أن تكون صادقة. حقا أننا لا ننظر دائما إلى النموذج الأبسط على أنه هو الأوفر حظاً فى الصدق بصورة آلية، فكثيراً ما نرفض نماذج - تكون عادة من النوع الذى يطرح فى محادثة عابرة- على أساس أنها ساذجة، أو بسيطة أكثر مما ينبغى، ولكن بصفة عامة يوجد لدينا إحساس فعلى بوجود ارتباط وثيق بين الصدق والبساطة، وهو إحساس يبلغ تأصله فينا جدا يجعلنا لا نتردد فى رسم منحنى بيانى متصل كلما وجدت لدينا مجموعة من النقاط. وقد اعتمد "كوبرنيكس" إلى حد كبير على نفس الإحساس فى دفاعه عن نموذج حوله مركزية الشمس فى النظام الشمسى . فكون هذا النموذج - كما قال - أبسط من بديله القائل بمركزية الأرض- أى نموذج "بطليموس" - هو فى حد ذاته دليل على أنه هو النموذج الصحيح<sup>(٤٢)</sup>.

وعلى أية حال ، فإننا لو دققنا النظر فى النماذج التى كانت موضع

---

(٤١) فيليب فرانك : فلسفة العلم ، ص ٤٢٣ . وأيضا : كارل لامبرت وجوردن

بريتان : مدخل إلى فلسفة العلوم، ص ٨٧ .

(٤٢) كارل لامبرت وجوردن بريتان : المرجع السابق ، ص ٨٧ .

تفضيل بسبب بساطتها، لوجدنا أن السبب القاطع لقبولها لم يكن فحسب سبباً اقتصادياً أو جمالياً، بل كان بالأحرى ما سميناه "ديناميكية النموذج" تلك التي تتيح لنا تطويره - رغم ما يُظهره من تمثيلات موجبة - إلى نماذج أخرى تغطي نطاقاً عريضاً من الوقائع. وعلى هذا النحو، كان نموذج "كوبرنيكس" هو الأفضل والأكثر ديناميكية، لأنه أمكن تطويره إلى نموذج "نيوتن"، حيث استمد هذا الأخير جذوره من تعميمات لاول، ومن العسير أن نتصور حال النموذج النيوتوني لو كان قد استمد جذوره من نموذج "بطليموس" (٤٣).

لاشك أن النموذج الأبسط من الناحية الرياضية قد يكون في الوقت ذاته نموذجاً ديناميكياً، ومن ثم يمكن تطويره إلى آخر له قوة تفسيرية وتنبؤية أكبر من بديله، الأمر الذي يثير التساؤل عن مدى أسبقية كل معيار من معاييرنا الخمسة على الآخر، وتأتي إجابتنا - من خلال استقراء الصعوبات السابقة - بأن الترتيب السابق لمعايير قبول النموذج هو الترتيب الأمثل. فإذا ما استغرقتنا تلك الصعوبات تذكرنا أن الصدق العلمي الذي نبتغيه أمر يصعب تعريفه، والأصعب منه تحقيقه على نحو مطلق. وعلينا أن نقنع أنفسنا في النهاية بأن البحث عن الصدق أثن من امتلاكه.

---

(٤٣) فيليب فرانك : المرجع السابق ، ص ص ٤٢٣ - ٤٢٤ .

## الفصل التاسع

### النموذج في مرحلة القانون والنظرية

#### أولاً: النموذج كقانون:

٣٤ - إذا ما تم فحص النموذج وفقاً للمعايير السابقة، وأثبتت فاعليته كإطار تفسيري ملائم لما يؤرقنا من عمليات الطبيعة، بات من الممكن قبوله بمسمى جديد- هو " القانون " . فبعد أن كان النموذج في مبدئه مجرد فرض تتازعه القبول فروض أخرى، أصبح الآن قانوناً مدعوماً بما أتيج لنا من قياسات منطقية وتجريبية، تجر ورائها أحياناً خيوطاً من نسيج المجتمع البشرى القائم في حقبة النموذج. أعنى خيوطاً تعكس الرؤى السائدة للفكر الديني والفلسفي حال قبول النموذج.

وربما كان مصطلح " القانون " من أشد المصطلحات صعوبة أمام الباحث في فلسفة العلم. فهو من جهة يحمل مدلولاً لفظياً ضخماً يخالف طبيعة الكشف العلمي الذي نطلق عليه هذا الاسم. وهو من جهة ثانية يستخدم بمعان مختلفة ومتباينة، لا نجد بين الكثير منها إلا صلة مبهمه. نبدأ أولاً بتحديد الدلالة اللفظية للمصطلح، ومدى شرعية استخدامه " لغوياً " في مقابل مصطلح النموذج، ثم نعرض إلى تبيان الأوجه المختلفة لاستخداماته - في نطاق الجماعة العلمية - تحدونا رغبة ملححة في فض الاشتباك القائم فيما بينها عبر تاريخ العلم، وذلك انطلاقاً من تصورنا لطبيعة الكشف العلمي كنموذج يمر بمراحل متعددة.

٣٥ - القانون Canon- Kanon في اللغة ليس بلفظ عربي أصيل. فلا نجد له لدينا جنراً ثلاثياً أو رباعياً يُشتق منه أو يُرد إليه ، شأنه في



ذلك شأن كثير من الألفاظ التي تحفل بها لغة العرب كمعربات يتأدى بها احتكاك الثقافات وتواصلها. ومع كونه لفظاً أعجمياً دخيلاً ، نطق به أهل اليونان قديماً للدلالة على أية قاعدة ملزمة يُعمل بها ويُسار عليها<sup>(٤٤)</sup>، إلا أنه عومل في العربية معاملة المشتقات المزبدة، تلك التي تُوضع في المعاجم ضمن مادة الأفعال التي تشبهها لفظياً . وهكذا نجد " الرازي " مثلاً يُدرجه في معجمه ضمن ما تحتويه مادة " قنن " من مشتقات<sup>(\*)</sup>. فـللـقـوانـين عنده هي الأصول، والواحد منها قانون، مؤكداً أنه ليس بعربي<sup>(٤٥)</sup>. أما في الإنجليزية فقد اصطبغ مصطلح القانون Canon بصبغة لاهوتية، فأصبح يُستخدم للدلالة على شرائع الكنيسة المسيحية<sup>(٤٦)</sup>، أو ما عُرف بالقانون الكنسي، وهو القانون الديني الذي أخذت به الكنيسة الغربية ذات النفوذ الواسع في أوربا خلال العصور الوسطى، وترجع أحكامه إلى الكتاب المقدس وأقوال القديسين، بالإضافة إلى قرارات المجامع الدينية

(٤٤) مجمع اللغة العربية: المعجم الفلسفي، مادة " قانون " ، ص ١٤٤ .

Also Runes : Dict. Of Philosophy, item : " Canon , P. 60" .

(\*) من هذه المشتقات مثلاً: " القنن " وهو العبد إذا مُلك هو وأبواه، والجمع منه "أقنان" و " القننة " وتعني أعلى الجبل، وجمعها " قُنن " . و"القنينة" بمعنى القارورة ، والجمع منها " قناني " و " قنّان " .

انظر : محمد بن أبي بكر الرازي : مختار الصحاح ( عنى بترتيبه محمود خاطر، دار الحديث، القاهرة ، بدون تاريخ) مادة " قنن " ، ص ٥٣٣ .

وأيضاً : مجمع اللغة العربية : المعجم الوجيز مادة " قنن " ، ص ٥١٨ .  
(٤٥) الرازي : نفس الموضوع المذكور.

(46) Summers , Della (editor -in-chief): Longman active study dictionary of English , Longman Group LTD, Egypt, 1988, item "Canon" , P.81.

والمراسيم البابوية<sup>(٤٧)</sup>. وفي مقابل هذا المعنى اللاهوتي لكلمة Canon ، تُستخدم في الإنجليزية كلمة Law - القريبة من كلمة Lay بمعنى " يضع " - للدلالة على أية قاعدة وضعية في واحدٍ أو آخر من مناشط الحياة الإنسانية<sup>(٤٨)</sup>، وهو ما نطلق عليه أيضاً في العربية اسم " القانون " .

وبصفة عامة يمكننا القول أن " القانون " في اللغة - أياً كانت - هو قاعدة أو مجموعة من القواعد التنظيمية الملزمة، يمثل لها الأفراد والجماعات على نحو خاص أو عام. يستوى في ذلك أن يكون مصدرها الشرع وأوامر الله، فتسمى حينئذٍ " إلهية " ، أو يكون مصدرها العرف والمجتمع فنقول أنها " وضعية " <sup>(٤٩)</sup>.

ولا يتسق هذا المعنى اللغوي لمصطلح " القانون " مع ما نعنيه بالكشف العلمي بعد اجتيازه لمرحلة الفحص والاختبار. الفرق بينهما واضح لا يقبل الجدل. فالقانون - إلهياً كان أو وضعياً - ما هو إلا قاعدة rule ، والقاعدة تتطوى على معنى الأمر acommand ، والأمر يتضمن فكرة الواجب duty. وجميع هذه المعاني لا وجود لها فيما نسميه كشافاً علمياً<sup>(٥٠)</sup>. إننا - في العلم - لا نأمر الطبيعة فتستجيب لأوامرنا صاغرة، وإنما نحاورها بالنماذج حوار العقل والتجربة، بحثاً عما تخبئه من مكونات تثير دهشتنا، فإما أن تصدقنا الحديث - ولو بنذر يسير من مكوناتها - فنقول حينئذٍ أننا خطونا خطوة نحو الفهم الصحيح لعملياتها،

---

(٤٧) فتحية النبراوى ، محمد نصر مهنا : تطور الفكر السياسى فى الإسلام (ج ١، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨٢) ص ص ٣٤٨-٣٤٩ .

(48) Loc. Cit.

(٤٩) المعجم الفلسفى، مادة " قانون " ، ص ١٤٤ .

(٥٠) محمد فرحات عمر : طبيعة القانون العلمى ( تقديم زكى نجيب محمود، السدار القومية للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٦٦ ) ص ص ١٣٥ - ١٣٦ .

وإما أن تواجهنا ساخطة، مُعلنة خطأ النموذج وقصور أجهزة القياس. وكم من تجربة مؤلمة- يطلعنا عليها تاريخ العلم- آثارها إسقاط نموذج لصالح آخر، في حين أن " لحظات الصدق " هذه ليست في حقيقتها أكثر من تسلسل طبيعي لا مفر منه للأحداث، يرتبط بالتدقيق المتصاعد لنماذجنا- عقليا وتجريبيا .

لا ينبغي إذن أن نأخذ رؤانا العلمية وكأنها قواعد ملزمة للطبيعة، فنقول أنها قوانين. بل الأحرى بنا أن نقول أنها نماذج تقترب من الحقيقة رويداً رويداً. وحتى إن دلتنا التجارب في مرحلة ما على أنها الحقيقة، فلا ينبغي أن نخدعنا قوانا المعرفية فنظن أنها الحقيقة بيقين. كل ما لدينا لا يعدو أن يكون صياغة منتخبة للواقع، تحمل في ذاتها عوامل تجاوزها. ولو أردنا وصفاً دقيقاً لما ندعوه بالقوانين في العلم، لقلنا أنه ليس إلا نسيجاً محبوبكاً من التخمينات conjectures<sup>(٥١)</sup>.

٣٦ - وانطلاقاً من هذا المدلول اللفظي لكلمة " قانون " ، ونظراً لطبيعة الكشف العلمي كنموذج يبنى بمضمونه عن هذا المدلول، فقد اختلف الفلاسفة في تعريفهم للقانون العلمي ورؤيتهم لطبيعته، فانقسموا في ذلك مذاهب وآراء تعكس توجهاتهم الفلسفية. وقد أمكن لفيلسوف العلم الإنجليزي " ألفرد نورث وايتهيد " Whitehead (١٨١٦-١٩٤٧) أن يحصرها في أربعة مذاهب ، وهي<sup>(٥٢)</sup>:

أ - مذهب يعد القانون كامناً في الطبيعة .

ب - مذهب يعد القانون مفروضاً على الطبيعة من الخارج.

---

(٥١) كارل بوبر : بحثاً عن عالم افضل ( ترجمة أحمد مستجير ، الهيئة المصرية

العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٩ ) ص ٥٧ .

(٥٢) محمد فرحات عمر : المرجع السابق ، ص ١٣.

ج - مذهب يعد القانون وصفاً لما لوحظ في الطبيعة من اطراد  
دون أن يقتضى ذلك ضرورة الاطراد.

د- مذهب يعد القانون تفسيراً اصطلاحياً وأسلوباً إجرائياً فى  
البحث.

يرى أصحاب مذهب القانون الكامن أن نظام الطبيعة منبثق من  
ماهيات الأشياء وصفاتها الجوهرية، وعندما نتفهم هذه الصفات الجوهرية،  
ندرك ما بينها من علاقات، وعندئذ نعلم أن تلك العلاقات أو الروابط التى  
تصل الأشياء بعضها ببعض إنما تجرى على نسق أو نمط مطرد ، فيكون  
مثل هذا النسق هو ما يطلق عليه اسم " القانون " . ولا حاجة بنا وقتئذ إلى  
افتراض " كائن مطلق " مفارق للطبيعة يسيرها من خارجها، إذ تصبح  
الطبيعة مفسرة لنفسها بنفسها وفقاً لعلاقاتها الداخلية<sup>(٥٣)</sup>.

أما مذهب القانون المفروض فيؤكد على صلة الكائن المطلق بنظم  
الطبيعة. فما ندعوه بقوانين الطبيعة لا يخرج عن كونه نماذج لسلوك  
الظواهر مفروضة على الطبيعة من قبل الخالق. ومن ثم فليست روابط  
الأشياء وعلاقاتها الداخلية سوى آية من آيات الخلق الإلهى وحكمته ،  
تتجلى لنا فى صيغ القوانين<sup>(٥٤)</sup>.

وخلافاً لذلك يرى أصحاب مذهب القانون الوصفى أن أى قانون من  
قوانين الطبيعة ما هو إلا مجرد وصف description لظواهر الطبيعة فى  
تتابعها أو اقترانها. فلا يكشف القانون العلمى عن علاقات الأشياء  
الداخلية، وإنما يقف عند حدود الوصف لعلاقاتها الخارجية. أو بعبارة  
أخرى، يقتصر القانون العلمى على وصف الكيفية التى تتحرك بها الأشياء

---

(٥٣) نفس المرجع ، ص ص ١٣ - ١٤ .

(٥٤) نفس المرجع ، ص ١٥ .

على نحو معين، دون أن يتضمن ذلك تفسيراً لأسباب تحركها على هذا النحو دون غيره من الأنحاء<sup>(٥٥)</sup>.

أخيراً تتباين رؤى القائلين بمذهب القانون الاصطلاحي والإجرائي وفقاً لتباين نزعاتهم الفلسفية. فمنهم مثلاً أصحاب المذهب البرجماتي، الذين نظروا إلى قوانين الطبيعة كقواعد للسلوك نتوخاها عند استئذاننا لوقائع العالم الخارجي. ومنهم أيضاً فيلسوف العلم الفرنسي المعاصر "جول هنري بوانكاريه" Poincare (١٨٥٤-١٩١٢)، الذي اعتبر القانون العلمي ضرباً من الافتراض الإتفاقي القائم على التعميم، يعين على التنبؤ بوقائع المستقبل بشكل احتمالي. ومنهم كذلك بعض أنصار حركة الوضعية المنطقية، الذين ذهبوا إلى أن قوانين الطبيعة ليست قضايا يمكن أن توصف بالصدق أو بالكذب، وإنما هي في الحقيقة "دالات قضايا" Propositional functions يمكن أن تتحل إلى قضايا مفردة الموضوع. وهذه الأخيرة وحدها هي التي يمكن أن توصف بالصدق والكذب، أي يمكن الرجوع فيها إلى العالم الخارجي لمعرفة صدقها من كذبها، لأنها تعنى وقائع مباشرة<sup>(٥٦)</sup>(\*) .

---

(٥٥) نفس المرجع، ص ١٦ - ١٧ .

(٥٦) نفس المرجع، ص ص ١٧ - ١٨ .

(\*) كلمة "دالة" من الكلمات المألوفة في الرياضيات، لا سيما علم الجبر، ونطلق تعبير "دالة قضية" على أية صياغة لغوية تحوي متغيرات وثوابت، بحيث يمكن التعويض عن المتغيرات بقيم مختلفة تسوغ لنا الحكم على تلك الصياغة بالصدق أو الكذب. فإذا قلنا مثلاً "كل المعادن تتمدد بالحرارة"، فلسنا بذلك أمام قضية جزئية يمكن أن تخضع للتحقيق التجريبي المباشر، وإنما أمام قضية عامة تمثل إطاراً لغوياً - نسميه دالة قضية - يمكن أن ينحل إلى قضايا جزئية مفردة تقبل التحقيق، كقولنا مثلاً: "الحديد يتمدد بالحرارة" والرصاص يتمدد بالحرارة" و "النحاس يتمدد بالحرارة"، وهكذا .

وقد مثلت القضية العامة أو الكلية - والتي تصاغ وفقاً لكافة قوانين العلم كتعميمات - مشكلة هامة لفلاسفة العلم واللغة المعاصرين، إذ ليست هذه القضية - كما كان "أرسطو" يعتقد - قضية حملية تحوي موضوعاً ومحمولاً، وإنما هي قضية شرطية متصلة، نعبر عنها بقولنا: "إذا كان كذا كان كذا"، أو "إذا كان -

٣٧ . ولو أردنا فصلا بين هذه المذاهب الأربع يتسق ورؤيتنا للكشف العلمى بمنظار النموذج، لكان علينا الجمع بين المذهبين الثانى والرابع. أعنى مذهب القانون المفروض ومذهب القانون الاصطلاحى والإجرائى كما نبناه " بوانكاريه" . فمن جهة أولى ، لا شك أن للطبيعة قوانينها التى تعمل وفقا لها بمعزل عن الإنسان وفعالياته، أى سواء وجد الإنسان أو لم يوجد. لا يزيد من قيمة هذه القوانين أن يعمل الإنسان على اكتشافها، كما لا يقلل من قيمتها عزوفه عنها وتجاهلها لها. وتلك مقولة تتسق وقولنا بأن لهذه القوانين -ككائنات مجردة- عالمها الخاص والمفارق لعالم الحس الفيزيائى الذى يحتوينا من جهة، وعالم الخبرات الشعورية والفكرية القابع بداخلنا من جهة أخرى ( ف ٣٢-٢) .

ولن يتسنى لنا فهم هذا العالم وعلاقته بالإنسان إلا بافتراض وجود عقل اسمى ، ساوى منذ الأزل بين طرفى الوجود: عالم الأفكار وعالم الأشياء - فى معادلة تامة، وأتاح للإنسان استكشاف تلك المعادلة عبر

---

=(س)معنا فهو يتمدد بالحرارة " ، ومن ثم فهى لا تتطوى على تقرير وجود موضوعى لأفراد موضوعها. ولكن لما كانت قضايا العلم تجريبية، وكل قضية تجريبية تعبر عن واقعة، فمن الضرورى أن تعبر القضية العامة عن واقعة. فهل توجد وقائع عامة؟ هنا تكمر المشكلة. لقد إضطر " رسل " مثلا-حين تبنى فلسفة الذرية المنطقية - إلى القول بوجود وقائع عامة، لأنه إن رفض هذا القول فعليه إما رفض وجود قضايا عامة ، وهو باطل ، وإما افتراض وجود قضايا عامة تجريبية لكن لا صلة لها بعالم الواقع، وهو غير مقبول. أما المنطقى الإنجليزى " فرانك رامزى " Ramsey (١٩٠٣-١٩٣٠) فقد ذهب- كشأن بعض الوضعيين المناطقة- إلى أن القضية العامة لا توصف بالصدق أو الكذب، وإنما نعتبرها قاعدة ترشدنا فى تتبؤاتنا. فى حين رأى " كارل بوبر " أن القضية العامة توصف بالصدق والكذب لأنها تخضع لمعيار التكذيب Falsifiability، أى نبحث عن حالة أو واقعة تكذب القضية العامة، فإن وجدنا هذه الواقعة كانت القضية العامة كاذبة، وإن لم نجد صدقت هذه القضية، وهكذا لم يستقر المناطقة على رأى موحد بشأن القضية العامة: مم تتألف ، وعلام تدل؟ .

انظر : محمود فهمى ريدان : فى فلسفة اللغة، ص ص ٣٦- ٣٧ .

مراحل تطوره الحضارى. ومعنى ذلك أن رؤانا العلمية ليست فى حقيقتها سوى تعقب لإبداعية الخلق الإلهى، واستكشاف لعظمته اللامتناهية فى الكون المتناهى من حولنا<sup>(٥٧)</sup>.

ومن جهة ثانية، إذا كان " الحدس " - أو الرؤية الكلية المباشرة- هو وسيلتنا الرئيسية للوصول إلى الكشف العلمى، إلا أنه يبقى مرهوناً بالمدى الذى تصل إليه إمكاناتنا العقلية والتجريبية، تلك التى تمر بمراحل متنامية تحمل تطويراً متلاحقاً لكشوفنا العلمية. ومن ثم فإن ما نسميه قانوناً مفروضاً على الطبيعة من قبل الخالق، هو فى العلم- وتبعاً لإمكاناتنا البحثية- مجرد نموذج تقريبي مفترض لهذا القانون المفروض، ومآدام مفترضاً لزم أن يكون احتمالياً أو مكنناً ، بمعنى أنه قد يُصيب وقد يخطئ. وربما نعمل بالنموذج فى مرحلة ما كإطار صحيح لآلية عمل إحدى الظواهر، لكن تطويراً لاحقاً لأدواتنا البحثية يدفعنا فى مرحلة أخرى إلى نسخه أو تعديله، وصولاً إلى صياغة أكثر إحكاماً ، وأكثر بساطة، وأكثر شمولاً .

يُمكننا إذن إيجاز رؤيتنا للنموذج العلمى فى مرحلة القانون بقولنا إنه " صياغة نسبية وتقريبية لرابطة موضوعية ثابتة تعمل وفقاً لها ظاهرة - أو مجموعة - من ظواهر الطبيعة ، وتُعين على التنبؤ بمثيلاتها من الظواهر فى المستقبل بشكل احتمالى " . إنها العلاقة الجدلية بين الذات والموضوع، لا تكف عن استغراقنا مادماً نحيا ونفكر، ونعمل بما نفكر ثم نحيا ونفكر فنعيد العمل وفقاً لأفكارٍ جديدة .

### **ثانياً: النموذج كمنظريّة :**

٣٨ - رغم كون النموذج فى مرحلة القانون إطاراً تفسيرياً ممكناً

---

(٥٧) انظر كتابنا : الاتصال واللاتناهى ، ص ٣٤٢ ، ص ٣٥٣.

ومقبولاً لإحدى ظواهر الطبيعة- أو لمجموعة منها، إلا أنه لا زال فسي حاجة إلى تفسير أوفى وأدق، تفسير يُقَرَّب إلى الفهم ما ينطوى عليه القانون من حدود، وما يستند إليه من مبادئ، بل ويربط بينه وبين غيره من القوانين - في ذات الحقل العلمي- في صورة نسق استنباطي محكم (ف١٩ وما بعدها) يرتبط فيه العيني بالمجرد ، أو ما هو قابل للملاحظة observable بما هو قائم على التعريف<sup>(٥٨)</sup>. وذلك هو النموذج الشامل الذى ندعوه بالنظرية Theory . فالعلاقة إذن بين مرحلتى النموذج: القانون والنظرية، هى علاقة الجزء بالكل، لا بمعنى إضافة قانون إلى قوانين أخرى فتتألف النظرية، وإنما بمعنى أن القوانين تنتظر نظرية يمكن أن تستنبط منها تلك القوانين، كما تجد الأخيرة تفسيراً لها فى النظرية<sup>(٥٩)</sup>. نضرب مثلاً لذلك بقوانين الغازات، تلك التى تعالج الخواص الفيزيائية لكافة الغازات المعروفة- كالهواء ، وغاز الفحم، والهيدروجين، وغيرها- بغض النظر عن خواصها الكيميائية . من هذه القوانين مثلاً "قانون بويل " Boyle's law<sup>(٦٠)</sup> القائل بأن " حجم كمية معينة من الغاز يتناسب عكسياً مع ضغطه عند ثبوت درجة حرارته، بحيث أنه إذا قلّ الحجم إلى النصف تضاعف الضغط. ومن هذه القوانين أيضاً " قانون جاى - لوساك " Gay - Lussac's Law<sup>(٦١)</sup>، ويقرر " أن الضغط- عند

---

(58) Barbet : Mastering Philosophy , Op. Cit, P. 238.

(٥٩) محمود فهمى زيدان: مناهج البحث فى العلوم الطبيعية المعاصرة، ص ٧٣.  
 (٦٠) نسبة إلى عالم الفيزياء الأيرلندى " روبرت بويل " (١٦٢٧-١٦٩١) ، كما ينسب القانون إلى عالم الفيزياء الفرنسى " ماريوت " Mariotte(١٦٢٠-١٦٨٤) فيقال "قانون ماريوت" ، وينسب أيضاً إلى كليهما فيقال " قانون بويل وماريوت" انظر معجم الفيزيكا الحديثة، ج١، مادة " قانون بويل " ، ص ٣٢.  
 (٦١) نسبة إلى عالم الفيزياء الفرنسى " لويس جوزيف جاى- لوسالك " (١٧٧٨-١٨٥٠) ومؤدى القانون- بعبارة أخرى أن " حجم الغاز يزداد عند تسخينه درجة مئوية واحدة بمقدار ٢٧٣/١ جزء من حجمه الأصلي فى درجة حرارة صفر مئوية. انظر : لاندوا وآخرون : الفيزياء العامة- الميكانيكا والفيزياء الجزيئية=



حجم ثابت- يتناسب طردياً مع درجة حرارة الغاز" . إلى غير ذلك من قوانين تتناول العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه وقوة التوصيل الحرارى له<sup>(٦٠)</sup>.

كل هذه القوانين- أو النماذج- تجد تفسيراً لها فى نموذج أشمل هو النظرية الديناميكية للغازات Dynamical theory of Gases ، ووفقاً لهذه النظرية ، يتألف الغاز من عدد كبير جداً من الجسيمات المتناهية فى الصغر، تعرف بالجزيئات molecules. هذه الجزيئات تتطاير فى كل الاتجاهات ، وتصطدم ببعضها البعض وبحوائط الوعاء الذى يحتوىها، وبزيادة درجة الحرارة تزداد سرعة تطايرها، كما أن اصطداماتها بحوائط الوعاء تؤدي إلى دفع الحوائط إلى الخارج، ومن ثم زيادة الضغط عليها. وبحركاتها تلك تنتقل الحرارة من جزء من الغاز إلى أجزاء أخرى<sup>(٦٠)</sup>.

وعندما نقول أن هذه النظرية تفسر قوانين الغازات، فإنما نعنى بذلك أن صحة البناء النسقى للنظرية يعنى منطقياً صدق القوانين التى تؤدي إليها مقدمات النظرية، بحيث يمكن استنباط القوانين من النظرية بطريقة صورية مجردة، بل والتنبؤ بقوانين أخرى جديدة يمكن دعمها بالملاحظة الحسية. لكن استنباط القوانين وإن كان شرطاً ضرورياً لقبول النظرية، إلا أنه ليس شرطاً كافياً. إننا نحتاج إلى ما هو أكثر من ذلك. نحتاج إلى أفكار أخرى جديدة، تضاف إلى أفكارنا المصاغة فى صورة قوانين وتجعلها

---

= (ترجمة أحمد صادق القرماني، دار مير للطباعة والنشر، موسكو، ١٩٧٥) ص ١٩٢.

(\*) من ذلك مثلا القانون العام للغازات General law of Gases القائل بأن حاصل ضرب ضغط كمية معينة من الغاز فى حجمها يتناسب مع درجة حرارة الغاز. ويعرف هذا القانون أيضا بقانون بويل وشارل Bpyle- Charles's Law. انظر: معجم الفيزيكا الحديثة، ج١، مادة " قانون بويل وشارل" ، ص ٣١ .

(٦٠) Campbell, Norman : What is science ? , Dover Publications , INC, New York, 1953, PP. 81-82.

أكثر معقولة، كأن نقول مثلاً أن جزيئات الغاز - وإن كانت غير مدركة حسيًا - يمكن النظر إليها كجسيمات مادية متحركة، مثل بلى اللعب وحببات الرمل، تلك التي نألفها ونألف التعامل معها من خلال القوانين العامة للديناميكا. ونحن نعرف من هذه الأخيرة ما سوف ينتج عن تحرك الجسيمات واصطدامها ببعضها البعض أو بحوائط صلبة، ومن ثم نصبح أكثر ألفة بمصطلحات كضغط الغاز، وحجمه، وسرعة تحرك مكوناته، وما بينها من علاقات<sup>(٦١)</sup>. حقا أن كلا من النظرية والقانون صيغ رياضية مجردة، إلا أن النظرية أكثر تجريدًا من القانون، ومن ثم فهي أشمل وأوسع مجالاً وأكثر تعقيداً من القانون<sup>(٦٢)</sup>.

وما ينطبق على القانون من حيث السمة الديناميكية ينطبق أيضاً على النظرية. فليس ثمة نظرية مطلقة الصلاحية، بل إن كل نظرية هي بمثابة "نموذج" أو "برنامج" عملي ومفيد وصالح ضمن حدود معينة. هكذا كانت نظرية "نيوتن" في الحركة والجاذبية، وهكذا أيضاً نظرية "آينشتاين" التي تفوقها دقة وشمولاً، لكنها لا تزعم لنفسها حق تمثيل الحقيقة النهائية عن الواقع الفيزيائي، بل هي مجرد "نموذج" صالح ومؤقت ومفيد، يخلفه قطعاً نموذج أكثر دقة وشمولاً. وما زال الحلم الأكبر للفيزيائيين يكمن في التوصل إلى نموذج موحد، يضم محتويات كافة القوى والتفاعلات التي تزخر بها الطبيعة<sup>(٦٣)</sup>.

---

(61) Ibid , PP. 82 FF.

(٦٢) محمود فهمي زيدان: المرجع السابق ، ص ٧٣ .

(٦٣) محمد علي العمر : مسيرة الفيزياء على الحبل المشدود بين النظرية والتجربة (مقال بمجلة عالم الفكر، المجلد العشرون، العدد الأول، ١٩٨٩) ص ١٢٢-١٢٣.

## تعقيب على الباب الثالث

٣٩ - خصصنا هذا الباب للحديث عن مراحل بناء النموذج أو الكشف العلمي، تلك التي اعتدنا على تناولها بمسميات مختلفة كالافتراض والقانون والنظرية، ما يرتبط بها من مصطلحات كالتحقيق والقبول والتأكيد.

وكان هدفنا من ذلك هو تأكيد نسبة الكشف العلمي ومرحليته، أو بالأحرى ديناميكيته التي لا تخل باتصال المعرفة العلمية واستمراريتها، وتلك سمة هامة، ربما نغفل عنها تحت وطأة السحر اللفظي لمصطلحاتنا. بدأنا بالنموذج في مرحلة الافتراض، بوصفه نقطة ابتداء لنسق عقلي تفسيري ممكن ومشروط (ف ٢٨). وميزنا في هذا الصدد بين أنماط ثلاث لتصنيف الفروض: نمط العمومية، كأن يكون الافتراض عاماً أو خاصاً أو فردياً، ونمط الدلالة التوضيحية، كأن يكون الافتراض سببياً أو صفيّاً، وأخيراً نمط القابلية للاختبار التجريبي المباشر، وبه قد يكون الافتراض مما يقبل التحقيق التجريبي المباشر، أو قد يكون غير ذلك فنسميه فرضاً صورياً (ف ٢٩-١، ٣، ٢). كما أكدنا أيضاً في هذا الصدد على الدور الأساسي للخيال والحدس في بناء النماذج الفرضية، بوصفها بنى فكرية تجريدية تقطن عالماً واقعياً مفارقاً، ولا يتسنى لنا اكتشافها بالحدس دون أدوار فرعية لكل من الإدراك الحسي والاستدلال العقلي المنطقي، تسبق الكشف العلمي أو تعقبه (ف ٣٠، ٣١، ٣٢).

ولا ينتقل النموذج من مرحلة الافتراض إلى مرحلة القانون والنظرية إلا بعد اجتيازه لمرحلة الفحص والاختبار. وقد أجملنا في ذلك خمسة معايير لقبول النموذج هي: الملائمة أو السداد، والقابلية للاختبار، والارتباط النظري، والقوة التفسيرية أو التنبؤية، والبساطة (ف ٣٣-

٢،١، ٣، ٤، ٥) . فإذا ما تم قبول النموذج وفقاً لهذه المعايير، خلعنا عليه اسماً ضخماً وشائعاً هو القانون (ف٣٤) . فالقانون في اللغة ما هو إلا قاعدة، والقاعدة تتطوى على معنى الأمر، والأمر يتضمن فكرة الواجب. لكننا في العلم لا نأمر الطبيعة فتستجيب لأوامرنا صاغرة، وإنما نحاورها حوار العقل والتجربة بما توافر لنا من إمكانات عقلية ومقاييس تجريبية تحتمل التطوير (ف٣٥) . حقا أن الطبيعة تعمل- بمعزل عنا - وفقاً لقوانين ثابتة، سنها وأبدعها الخالق عز وجل، إلا أن رؤانا العلمية لا تعدو أن تكون نماذج تقريبية مفترضة لتلك القوانين، وما دامت مفترضة لزم أن تكون احتمالية أو ممكنة (ف٣٦، ٣٧) . ورغم كون القوانين نماذج تفسيرية ممكنة ومقبولة، إلا أنها تنتظر دائماً نموذجاً أشمل، يربط بينها منطقياً، ويخلع عليها مزيداً من التفسير . إنه النموذج الشامل الذى ندعوه بالنظرية، والتي هى بمثابة خريطة مسحية، تحوى أنهاراً وبحاراً وهضاباً .. لكنها لا تزعم لنفسها حق تمثيل الحقيقة، بل تحتمل التعديل والتطوير والإضافة يوماً بعد يوم وعلماً فوق علم.



# ﴿ خاتمة ﴾

خُلاصة القضيّة  
توجز في عبارة  
لقد لبسنا قشرة الحضارة  
والروح جاهليّة ...

نزار قباني



لا مناص لنا قبل أن نطوى صفحات هذا البحث من أن نرنوا بأبصارنا إلى واقع البحث العلمي في أمتنا العربية الإسلامية. لا لنمارس عادة النقد الذاتي دون هدف، وإنما لنقتجم المجهول من الزمن الآتي، بكل علومه وتقنياته، وقيمه ومسالكه وأهدافه. ولا مفر لنا حينئذ من أن نسأل أنفسنا : أنقف بهذا الواقع على أرضٍ راسخة صلبة، تحفظ هويتنا إزاء التحدي العلمي والتكنولوجي للغرب، أم نقف على شفا جُرفٍ هارٍ يوشك أن ينهار بنا في غيابة الجهل والتبعية والتخلف؟ . ولن ننتظر الإجابة طويلاً، فبالأمس القريب، وعلى حين راحت أمم الغرب تشدّ إمكاناتها البحثية في شتى المجالات، توطئة لاعتلاء القمة المعرفية في قرنٍ جديد، رحنا نحن نباهي العالم بثقافات عصور خلت، ونشغل أنفسنا بجدييات عقيمة حول أسرار ماضٍ زاوٍ، ناسين - أو متناسين - ما يُنقل كواهلنا من مشكلات وقضايا وأزمات، تراكمت وتراكمت فرحلتناها إلى القرن الجديد. وما تراكمت إلا لغيبية التفكير العلمي المنظم. وما رحلتناها إلا لعجزنا عن تمثيل الواقع بنماذج تعكس الحاضر وتتوقع المستقبل .

إنها الغربة العلمية والتكنولوجية التي طوقتنا، فأحكمت علينا أنماطاً أخرى من الغربة كنا نود الفكاك منها. لكن الغربة هذه المرة من شأنها تقويض أركان الوجود، في عالم أصبح شعاره "البقاء للأعلم" .

ألم يأن إذن وقت الفزع؟. سؤال طرحه أحد الباحثين العرب<sup>(١)</sup> في غمرة البيانات والإحصاءات التي تشهد باتساع الهوة بيننا وبين عصر المعلومات وعلوم الحاسب الآلي والذكاء الاصطناعي. بل في عصر تزداد فيه أهمية تمثيل الواقع المعقد - أو نمذجته - باستخدام الحاسبات.

---

(١) انظر : نبيل على : العرب وعصر المعلومات ( سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت، العدد ١٨٤، أبريل ١٩٩٤ ) ص ٢٧.



أعنى باستخدام نظم المحاكاة الآلية التي تُمكن المنظر والمحلل والمجرب من أن يستحضر في مكتبه أو معمله ما يعينه على فهم الظواهر الدينامية المعقدة الممتدة عبر الزمان والمكان- يسترجع ما ضاع في الماضى ويتصور ما يمكن أن يأتى به المستقبل، ليصبح النموذج الآلى عالمه الميكروى Microworld الذى يجرى عليه سيناريوهات ويتأكد من صحة افتراضاته(٢)(\*) .

وتحمل إجابة السؤال السابق مزيداً من الفزع : " وكيف لا نفزع ونحن نسمع أن دولة عظمى كبريطانيا صاحبة التاريخ المجيد فى تكنولوجيا الإلكترونيات وعلوم الكمبيوتر وصناعته، تخشى النزول إلى مصاف دول العالم الثالث وهى ترى اضمحلال مصادر قوتها الاستراتيجية فى عصر المعلومات، ويُعلق منظورها على خطة الطوارئ التى أعدها للحاق فى مجال بحوث وتطوير المعلوماتية الحديثة ، والتى

---

(٢) نفس المرجع ، ص ٢٩١ .

(\*) يورد الدكتور نبيل على فى كتابه المذكور هذه القصة الواقعية التى تعكس أهمية نظم المحاكاة باستخدام الكمبيوتر computer simulation ، أو ما يعرف باسم "نماذج المحاكاة " simulation models ، فى عالمنا المعاصر : أثناء تفقد القائد الأمريكى لقواته المرابطة فى صحراء السعودية خلال حرب الخليج ، توجه إلى أحد جنوده قائلاً : " ما من أحد منكم قد اشترك فى حرب من قبل ، وفى الحروب السابقة لم يكن باستطاعتنا تحقيق أى نجاح من أول اشتباك ، كيف نفسر لى نجاحكم الباهر فى معركتكم الأولى !!؟؟ . فأجابته الجندى الشاب : سيدى ، لم تكن هذه معركتنا الأولى ، لقد كانت هذه معركتنا رقم ١٥ ، فلقد حاربنا ثلاث معارك فى مركز التدريب القومى فى فورت إروين بكاليفورنيا ، وأربع معارك فى مركز التدريب على المناورة القتالية فى هيلونفيلز بألمانيا ، وعدة معارك أخرى باستخدام نظم المحاكاة الآلية. لقد اشتبكنا من قبل بالفعل يا سيدى عدة مرات ، وجاءت معركتنا الحقيقة فى الخليج أقرب ما تكون لما تدرّبنا عليه " .

انظر نفس المرجع ، ص ١٩ .

رُصد لها زهاء ٥٠ مليون جنيه إسترليني، بأنها لا تغنى من جوع وقد جاءت متأخرة للغاية. وكيف لنا أن نهدأ ونحن نسمع وزير خارجية فرنسا يُحذر من الإمبريالية الثقافية الوافدة إليهم عبر الأطلنطي. وإذا كان هذا حال فرنسا منارة العالم الثقافية ، فما بالنا نحن وقدراتنا على التصدى للغزو الثقافى ضامرة للغاية . ومتى يحين أوان الفرع إن لم يحن ونحن نطالع إحصائيات المنظمات الدولية تدرج كل البلدان العربية بلا استثناء ضمن تلك الدول الجائعة معلوماتياً ، فى حين توصف إسرائيل بأنها دولة نهمة تكنولوجياً ، وأن أحد أهدافها من إقامة سلام ، " أى سلام " ، مع الدول العربية هو السيطرة على سوق التكنولوجيا المتقدمة فى المنطقة..(٣).

لا شك إذن أننا فى مأزق حضارى صعب، لا مخرج لنا منه إلا بالأخذ بأسباب التفوق، ولن يتسنى لنا ذلك إلا بترسم خُطانا وفق منهج علمى واضح ومحدد . وقد حاولنا فى هذا البحث أن نقرب قدر الإمكان من هذا المنهج، فهل من نموذج عربى يحفظ هويتنا، ويحيل هذا الفرع إلى طاقة إبداعية خلاقة؟؟

وعلى الله قصد السبيل والله أعلم.

---

(٣) نفس المرجع ، ص ص ٢٨ وما بعدها.

# ثبوت مصطلحات



يحوى هذا التبت قائمة بأهم المصطلحات الواردة فى هذا البحث ،  
وقد ذيلنا بعض المصطلحات بعبارة شارحة لمدلولها، مع الإشارة إلى أرقام  
الفقرات الواردة بها ، وذلك تيسيراً لعودة القارئ إلى موضع المصطلح  
داخل البحث .

## A

act	فعل
- illocutionary acts	- أفعال أدائية
النمط الثانى من أفعال الكلام عند فيلسوف اللغة الإنجليزية " جون أوستن " وهى أفعال كلامية ينجم عنها إنجاز فعل ما فى عالم الواقع، مثل الوعد والرهان والقسم (ف١٦).	
- Locutionary acts	- أفعال تعبيرية
النمط الأول من أفعال الكلام عند " أوستن " ، ويعنى به إنتاج المتكلم لبنية معينة من الكلمات ذات المعنى (ف١٦) .	
- Perlocutionary acts	- أفعال مؤثرة
النمط الثالث من أفعال الكلام، وهى تلك التى تنتج فى السامع تأثيرات مقصودة، مثل الفرع والإقناع والإقدام (ف١٦) .	
- Speech acts	- أفعال الكلام
نظرية " أوستن " اللغوية التى ميّز بها بين أفعال الكلام الثلاثة السابقة (ف١٦) .	
Action at a distance	تأثير عن بُعد
Amplitude	سعة
المسافة بين موضع الجسم المتذبذب- كالبنّودل- وهو ساكن، وبين موضعه وهو فى أقصى سرعته (ف٧-١) .	
Analogy	تمثيل

Analogyue machines	آلات تمثيلية
النماذج المادية التي تحل في التجارب محل الأجسام التي تصعب أو تستحيل دراستها (ف٢).	
- formal analogy	تمثيل صوري
- material analogy	تمثيل مادي
- negative analogy	تمثيل سالب
- neutral analogy	تمثيل محايد
- positive analogy	تمثيل موجب
Association	ترابط
ترابط مجموعة من العناصر في نموذج ما، يمكن الاستعانة به في ربط عناصر الشيء المنمذج (ف٨-١).	
Astrology	علم التنجيم
Astronomy	علم الفلك
Atom	ذرة
- atomic number	عدد ذري
- atomic weight	وزن ذري
Axiom	بديهية
Axiomatic	أكسيوماتيك
حركة نقدية تعنى بدراسة أسس ومبادئ البرهنة في علم ما، لا سيما للهندسة (ف٢٢)	

## B

belief	اعتقاد
Bionics	علم البيونيكيا
علم دراسة الأشياء والعمليات فى طبيعة الحية بهدف استخدام المعارف المحصلة فى الأجهزة التكنيكية الحديثة ( ف ٧-٤ ) .	

## C

Caloric	سيال حرارى
نموذج صورى فيزيائى استخدم قديماً لتفسير ماهية الحرارة باعتبارها سيال غير مرئى، يتدفق داخل أية مادة حين تسحر ويغادرها حين تبرد ( ف ٨-٣ )	
Canon ( law )	قانون
Cause	سبب
Coherence	ارتباط نظرى
توافق النموذج مع النماذج السابقة التى تم إثباتها بدقة أو تم قبولها بالفعل ( ف ٣٣٣ )	
Calculus	حساب
- c. of probabilities	حساب الاحتمالات
- propositional c.	حساب القضايا
Combination	تأليف
Comets	مذنبات
Complete	تام
Completeness	تمام
Compound proper name	اسم علم مركب

مصطلح استخدمه " فريجه " للدلالة على الوصف الفريد الذي تتطوى عليه قضية الهوية، فإذا قلنا مثلاً " طه حسين مؤلف كتاب الأيام " ، فلسنا بذلك أمام قضية حملية، وإنما أمام قضية هوية موضوعها اسم علم بالمعنى المألوف ، والحد الآخر صفة فريدة لا تنطبق إلا على مسمى ذلك الاسم، ولذا يسميه فريجه " اسم علم مركب" (ف ١١) .	
Confirmation	تدعيم
Conjectures	تخمينات
Conductor	مُوصل الجسم الذي تنتقل خلاله الكهرباء بسهولة (ف٧-٧)
Constants	ثوابت
Correspondence	تناظر

## D

Deduction	استنباط
Definition	تعريف
Dynamism	ديناميكية خاصية للنموذج العلمي تعنى إمكان تطويره أو تعديله أو نبذه ، رغم ما يُظهره من تمثيلات موجبة في مرحلة ما (ف ٨-٣) .

## E

Elegance	أناقة
Energy	طاقة
-Kinetic energy	طاقة الحركة



-e. of magnetic field	طاقة المجال المغناطيسي
-potential energy	طاقة الوضع
Event(s)	حادثة - حوادث
- Spatio-temporal events	حوادث زمكانية
Experience	خبرة
Experiment	تجربة
-wind -tunnel experiments	تجارب نفق الهواء
تجارب تجرى على ديناميكا الموائع داخل بناء على هيئة نفق يطلق فيه تيار من الهواء أو الغاز بسرعة مضبوطة لاختبار نماذج الطائرات والصواريخ (ف ٢).	
Explanation	تفسير
Explanandum	موضوع التفسير
الظاهرة أو مجموعة الظواهر التي نستعين بالنماذج لتفسيرها (ف ٨-١)	

## F

Falsifiability	قابلية للتكذيب
سمة أساسية للنظرية العلمية المقبولة عند "كارل بوبر"، وتعكس النمو الدائم للمعرفة العلمية نحو أعلى درجة من الصدق (ف ٨-٣).	
Femtosecond	فمتوثانية
وحدة زمنية متناهية في الصغر، تساوي واحد على المليون على البليون من الثانية- أى مل يعادل واحدا مقسوما على عشرة أمامها ١٤ صفرا من الثانية- تمكن عالم الكيمياء المصرى "أحمد زويل" من استخدامها بتطويره وفريقه البحثى لكاميرا ليزيرية فائقة السرعة تستطيع رصد حركة الجزيئات عندما تتحول من حالة إلى أخرى، وهو ما استحق عليه العالم المصرى جائزة نوبل فى الكيمياء لعام ١٩٩٩ (ف ٢٥).	

Field	مجال
-electromagnetic field	مجال كهرومغناطيسي
Fluid	مائع
Force	قوة
-electromotive force	القوة الدافعة الكهربائية
Function	دالة
<b>Futurology</b>	<b>دراسات مستقبلية</b>
<p>علم يعنى بدراسة أحداث المستقبل مستهدفاً تحديد مدى احتمال وقوعها، وذلك ببناء مجموعة من النماذج تمثل آلية عمل النظم المختلفة بمجموعة من العلاقات والدوال الرياضية. ويحظى هذا العلم باهتمام واسع النطاق فى شتى المحافل الدولية لدوره الفاعل فى عملية اتخاذ القرارات واستشراف التطورات المستقبلية ( مقدمة البحث ) .</p>	

## G

Gas discharge	تفريغ غازى
Generalization	تعميم
<b>Genetic description</b>	<b>وصف تكوينى</b>
<p>إجراء بنطوى عليه التفسير المقبول لإحدى الظواهر عن طريق نموذج ما، ويعنى الكشف عن المكونات التنظيمية لعناصر تلك الظاهرة وما بينها من ترابطات سببية، وبهذا الإجراء يكتسب النموذج سمة القوة التفسيرية أو التنبؤية ( ف ٨-١ ) .</p>	
Genetic engineering	هندسة الجينات

## H

Hors power	قدرة الحصان
نموذج لقياس القدرة الميكانيكية لآلة ماء، وهي القدرة اللازمة لرفع ٧٥ كجم مسافة متر واحد في الثانية ( ف ٦ ) .	
Hypothesis	فرض
-general hyp.	فرض عام
-individual hyp.	فرض فردي
-particular hyp.	فرض جزئي
-special hyp.	فرض خاص
-transcendental hyp.	فرض صوري

## I

Identity	هوية
-identity proposition	قضية الهوية
Imagination	خيال
Implication	لزوم
Independence	استقلال
Induction	استقراء
Inference	استدلال
Intuition	حدس
Isomorphism	تشاكل
العلاقة بين النموذج وبين الشيء المنمذج في حالة التمثيل الصوري المجرد ( ف ٧،٢ - ١ )	

## M

Medical science	علم الطب
Method	منهج
Methodology	علم مناهج البحث
Microworld	عالم ميكروى
Model	نموذج
-causal m.	نموذج سببى
-crystallographic m.	نموذج بلورى
-descriptive m.	نموذج وصفى
-statistical m.	نموذج إحصائى
-simulation models	نماذج المحاكاة
نماذج تحاكي الواقع المعقد باستخدام الحاسبات الآلية، وتعرف بنظم المحاكاة (خاتمة البحث)	
Molecules	جزيئات

## N

Nature	طبيعة
-hints of nature	تلميحات الطبيعة

## O

Observation	ملاحظة
Observable	قابل للملاحظة

Open texture	نسيج مكشوف
ما يحمله النموذج من معانٍ وترابطات واضحة يمكن نقلها بالتمثيل إلى موضوع التفسير (ف ٨-١) .	
Oscillations	ذبذبات
-oscillating circuit	دائرة مهتزة
-free oscillations	ذبذبات حرة

## P

Paradigm	نموذج إرشادي
Particles	جسيمات
Perception	إدراك حسي
Performative Utterances	منطوقات إنجازية أفعال الكلام عند "جون أوستن" (ف ١٦)
Ponendo ponens	وضع بالوضع إحدى صور القياس الشرطي الحملى الاستثنائي المتصل، وتأتي فيها المقدمة الصغرى مثبتة للمقدم، والنتيجة مثبتة للتالي (ف ٣٣-٤) .
Postulate	مصادرة
-parallel postulate	مصادرة التوازي المصادرة الخامسة في النسق الهندسي الإقليدي (ف ٢٠)
Power	قوة - قدرة
-predictive power	قوة تنبؤية

-explanatory power	قوة تفسيرية
Pragmatics	علم أفعال الكلام
Prediction	تنبؤ
Principle	مبدأ
-conservation of mass-energy p.	مبدأ بقاء طاقة الكتلة
-conservation of matter	مبدأ بقاء المادة

## Q

Quality	كيف
Quantity	كم

## R

Radioactivity	نشاط إشعاعي
Realism	نزعة واقعية
Reality	واقع
Relation	علاقة
-genealogical relations	علاقات سلائية
العلاقات القائمة بين قضايا نسق منطقي ما، والتي يمكن من خلالها رد القضايا المتسلسلة بعضها إلى بعض وصولاً إلى الحدود والقضايا الأولى في النسق (ف ١٩) .	
-mutual dependence relation	علاقة اعتماد متبادلة

وصف للعلاقة القائمة بين حدود وقضايا نسق منطقي ما، أو هو وصف آخر للعلاقة السلبية .	
Relevance	ملائمة
Replica	متطابقة (نسخة طبق الأصل)
Rings of Saturn	حلقات زحل نموذج لتمثيل البنية المجهرية لذرة الهيدروجين كحلقات كوكب زحل (ف ٣) .
Rule	قاعدة
-concatenation rules	قواعد التكوين قواعد تحكم التكوين المنطقي الصحيح لقضايا اللغة (ف ٢٣)
-transformation rules	قواعد التحويل قواعد تحدد لحظة إمكان تسمية قضية ما من قضايا اللغة باسم " القضية المترتبة على ما قبلها " أو " القضية التي تتبع ما قبلها " (ف ٢٣) .

## S

Satisfactory	مُشبع
Saturation	إشباع
Sign	علامة
Significance	دلالة
Simplicity	بساطة
Sumulation	محاكاة
-computer simulation	نظم المحاكاة باستخدام الحاسب الآلي
Simultaneity	تزامن

Structure	بنية
-deep structure of language	البنية العميقة للغة قدرة الإنسان على توليد جمل نحوية جديدة لم يسمعها من قبل وفقاً لنظرية "نوم تشومسكى" فى النحو التحويلي (ف ١٤) .
-surface structure of language	البنية السطحية للغة الاستخدام الفعلى للغة فى سياقات محددة (ف ١٤)
Surplus meaning	المعنى الفائض ما يحمله النموذج من معانٍ للتفسير لا يمكن إدراكها حسيّاً (ف ٨-١)
Swinging pendulum	بندول متأرجح
Symbol	رمز
Symbolic	رمزى
Syntax	علم التراكيب علم يعنى بدراسة قواعد التركيب النحوى والمنطقى لجمل وقضايا اللغة (ف ٢٣)
System	نسق
-parent system	نسق أصلى الظاهرة أو مجموعة الظواهر المراد تفسيرها ببناء النماذج (ف ٦-٧-٢) .

## T

Techniques	تقنيات
Telephone switch board	لوحة توزيع الهاتف نموذج لتفسير آلية عمل المخ الإنسانى (ف ٣)
Testability	قابلية للاختبار



Theory	نظرية
-corpuscular theory	النظرية الجسيمية للضوء
Dynamical theory of gases	النظرية الديناميكية للغازات
Set theory	نظرية المجموعات
-undulatory (wave) theory	النظرية الموجبة للضوء
Time	زمان
-interval of time	فاصل من الزمان
Tollend tollens	رفع بالرفع
إحدى صور القياس الشرطي الحملى الاستثنائي المتصل، وتأتى فيها المقدمة الصغرى نافية للتالى ، والنتيجة نافية للمقدم (ف ٣٣ - ٤) .	

## U

Uniformity	إطراد
Unity	وحدة
Universal	كلى

## V

Variable	متغير
-range of variable	مدى المتغير
-values of variable	قيم المتغير
Velocity	سرعة

## W

Wave	موجة
-elastic waves	موجات مرنة
نموذج قدمه الفيزيائي الهولندي " كريستيان هايجنز " لتفسير بنية الضوء بوصفه موجات مرنة يحملها الأثير خلال الحيز الكوني ( ف ٣ )	
Witchcraft	دجل

# مراجع البحث



## أولاً: المراجع باللغة العربية (مؤلفة ومترجمة) :

- ١- أحمد سليم سعيدان : *مقدمة لتاريخ الفكر العلمي في الإسلام*، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، العدد (١٣١)، ١٩٨٨.
- ٢- أحمد عوض : *مقدمة الترجمة العربية لكتاب ر.هـ. روبنز : موجز تاريخ علم اللغة في الغرب*، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، العدد (٢٢٧)، نوفمبر ١٩٩٧.
- ٣- أحمد محمود صبحي : *هاؤم أقرؤا كتابيه* ، مكتبة النهضة العربية، بيروت، ١٩٩٧.
- ٤- إرنست كاسيرر : *مقال في الإنسان (مدخل إلى فلسفة الحضارة الإنسانية)*، ترجمة إحسان عباس، مراجعة محمد يوسف نجم، مؤسسة فرانكلين المساهمة للطباعة والنشر، بيروت، ١٩٦١.
- ٥- آلبرت آينشتين : *أفكار وآراء (مجموعة مقالات مجمعة)* ، ترجمة رمسيس شحاتة، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٨٦.
- ٦- ألفريد إير : *المسائل الرئيسية في الفلسفة* ، ترجمة محمود فهمي زيدان، المجلس الأعلى للثقافة، الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية، القاهرة، ١٩٨٨ .
- ٧- ألكسندر غيتمانوفا : *علم المنطق*، لم يرد اسم المترجم، دار التقيم، موسكو، ١٩٨٩.
- ٨- أ.هـ. بيسون & د.ج. أوكونر: *مقدمة في المنطق الرمزي* ، ترجمة عبد الفتاح الديدي، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٨٧.
- ٩- بانيش هوفمان : *قصة الكم المثيرة*، ترجمة أحمد مستجير، المؤسسة المصرية العامة للتأليف والنشر، القاهرة، بدون تاريخ.
- ١٠- براتراند رسل : *مقدمة للفلسفة الرياضية*، ترجمة محمد مرسى أحمد، مراجعة أحمد فؤاد الأهواني، مؤسسة سجل العرب، القاهرة، ١٩٨٠.
- ١١- بلاجوست سندوف : *بعض مبادئ لصياغة النماذج الرياضية*، ترجمة إبراهيم

البرلسى، مجلة العلم والمجتمع، مركز مطبوعات اليونسكو،  
العدد السادس والأربعون، السنة الثانية عشرة، القاهرة، مارس  
١٩٨٢.

١٢-توماس كـون : *بنية الثورات العلمية*، ترجمة شوقى جلال، سلسلة عالم  
المعرفة، الكويت، العدد (١٦٨) ، ديسمبر ١٩٩٢.

١٣-جاستون باشلار : *تكوين العقل العلمى*، ترجمة خليل أحمد خليل، ط٢، المؤسسة  
الجامعية للنشر، بيروت، ١٩٨٢ .

١٤- \_\_\_\_\_ : *الفكر العلمى الجديد*، ترجمة عادل العوا، مراجعة عبد الله عبد  
الدايم، ط٢ ، المؤسسة الجامعية للنشر، بيروت، ١٩٨٣.

١٥- \_\_\_\_\_ : *العقلانية التطبيقية*، ترجمة بسام الهاشم، ط٢، دار الشئون  
الثقافية العامة، وزارة الثقافة والإعلام، بغداد ١٩٨٧.

١٦-جاكوب برونوفسكى: *التطور الحضارى للإنسان*، ترجمة أحمد مستجير، الهيئة  
المصرية العامة للكتاب، القاهرة ، ١٩٩٧.

١٧-جان مارى أوزياس : *الفلسفة والتقنيات*، ترجمة عادل العوا، ط٢، منشورات  
عويدات ، بيروت ، باريس ١٩٨٣.

١٨-جوديث جرين : *التفكير واللغة*، ترجمة وتقديم عبد الرحيم جبر، الهيئة  
المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٢.

١٩-جورج جاموف : *بداية بلا نهاية*، ترجمة محمد زاهر ، الهيئة المصرية العامة  
للكتاب، القاهرة، ١٩٩٠.

٢٠-جورج ماركس & أينر توث: *النماذج فى تدريس العلوم*، ترجمة أمين محمود  
الشريف، مجلة العلم والمجتمع، العدد(٤٦)، السنة(١٢)،  
مطبوعات اليونسكو، القاهرة، مارس ١٩٨٢.

٢١-جوفرى هوليستر : *بناء على صوغ النموذج*، لم يرد اسم المترجم، مجلة العلم  
والمجتمع، العدد(٤٦) ، السنة (١٢) ، مطبوعات اليونسكو،  
القاهرة، مارس، ١٩٨٢ .

٢٢-جون بوستجيت : *الميكروبات والإنسان*، ترجمة عزت شعلان، مراجعة عبد

- الرازق العدوانى & سمير رضوان سلسلة عالم المعرفة،  
العدد (٨٨) ، الكويت ، أبريل ١٩٨٥.
- ٢٣- جون ليونز :نظرية تشومسكى اللغوية، ترجمة حلمى خليل، دار المعرفة  
الجامعية، الإسكندرية، ١٩٨٥.
- ٢٤- جيميس جينز :الفيزياء والفلسفة، ترجمة جعفر رجب، دار المعارف،  
القاهرة، ١٩٨١.
- ٢٥- روبرت م. أغروس & جورج ن. ستانسيو: العلم فى منظوره الجديد، ترجمة كمال  
خليلى، سلسلة عالم المعرفة، العدد  
(١٣٤) ، الكويت ، فبراير ١٩٨٩.
- ٢٦- رينيه ديكارت :مقال عن المنهج، ترجمة محمود محمد الخضيرى، مراجعة  
وتقديم محمد مصطفى حلمى، ط٣، الهيئة المصرية العامة  
للكتاب، القاهرة، ١٩٨٥.
- ٢٧- زكى نجيب محمود :من زاوية فلسفية، ط٣، دار الشروق، بيروت، القاهرة، ١٩٨٢.
- ٢٨- زينب عفيفى شاکر :فلسفة اللغة عند الفارابى، دار قباء للطباعة والنشر والتوزيع،  
القاهرة، ١٩٩٧.
- ٢٩- ستيفانى يانسنسكى : هندسة الحياة (العصر الصناعى للبيوتكنولوجيا) ، ترجمة  
أحمد مستجير ، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٠
- ٣٠- شوقى جلال :مقدمة الترجمة العربية لكتاب توماس كون: بنىة الثورات  
العلمية.
- ٣١- صلاح عثمان :الاتصال واللاتهاى بين العلم والفلسفة، منشأة المعارف،  
الإسكندرية، ١٩٩٨ .
- ٣٢- عبد العزيز حمودة :المرايا المحدبة (من البنيوية إلى التفكير) سلسلة عالم  
المعرفة، العدد (٢٣٢) ، الكويت، أبريل ١٩٩٨.
- ٣٣- عبد الهادى مصباح :الاستمساخ بين العلم والدين، الهيئة المصرية العامة للكتاب،  
القاهرة، ١٩٩٨.
- ٣٤- عبد الوهاب جعفر : الفلسفة واللغة، الفتح للطباعة والنشر، الإسكندرية، ١٩٩١.

- ٣٥- عزمى إسلام : *الاستدلال الصوري*، مطبوعات جامعة الكويت، الكويت، ١٩٧٢
- ٣٦- على سامى النشار : *مناهج البحث عند مفكرى الإسلام واكتشاف المنهج العلمى فى العالم الإسلامى*، دار المعارف، القاهرة، ١٩٦٧.
- ٣٧- \_\_\_\_\_ : *نشأة الفكر الفلسفى فى الإسلام*، ج ١، ط ٨، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨١.
- ٣٨- فتحية النبراوى & د. محمد نصر مهنا: *تطور الفكر السياسى فى الإسلام*، ج ١، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨٢.
- ٣٩- فيدل أسيينا : *التحدى الأكبر*، ترجمة صلاح بجاوى، مجلة الثقافة العالمية، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب، الكويت، العدد (٣٠) سبتمبر ١٩٨٦.
- ٤٠- فيرنر هايزنبرج : *الجزء والكل (محاويرات فى مضممار الفيزياء الفرية)*، ترجمة وتحقيق محمد أسعد عبد الرؤوف، تقديم على حلمى موسى، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٨٦.
- ٤١- فيليب فرانك : *فلسفة العلم (الصلة بين الفلسفة والعلم)*، ترجمة على على ناصف، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، ١٩٨٣.
- ٤٢- كارل بوبر : *الحياة بأسرها حلول لمشاكل*، ترجمة بهاء درويش، منشأة المعارف، الإسكندرية، ١٩٩٨.
- ٤٣- \_\_\_\_\_ : *بحثاً عن عالم أفضل*، ترجمة أحمد مستجير، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٩.
- ٤٤- كارل لامبرت & جوردن بريتان: *مدخل إلى فلسفة العلوم*، ترجمة شفيقة بسنكى، مراجعة فؤاد زكريا، وكالة المطبوعات، الكويت، بدون تاريخ.
- ٤٥- لاتداو وآخرون : *الفيزياء العامة (الميكانيكا والفيزياء الجزيئية)*، ترجمة أحمد صادق القرمانى، دار مير للطباعة والنشر، موسكو، ١٩٧٥.
- ٤٦- لوريتو تود : *مدخل إلى علم اللغة*، ترجمة مصطفى التونى، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٤.



- ٤٧- ماهر عبد القادر محمد: فلسفة العلوم الطبيعية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية ١٩٩٠ .
- ٤٨- \_\_\_\_\_: *فلسفة العلوم (المنطق الاستقرائي)*، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية ، ١٩٩١ .
- ٤٩- محمد بهى الدين عرجون: *الفضاء الخارجى واستخداماته السلمية*، سلسلة عالم المعرفة، العدد (٢١٤) ، الكويت، أكتوبر، ١٩٩٦
- ٥٠- محمد ثابت الفندى: *أصول المنطق الرياضى*، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٨٧ .
- ٥١- \_\_\_\_\_: *فلسفة الرياضه* ، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية ١٩٩٠ .
- ٥٢- محمد سعيد الحفار: *البيولوجيا ومصير الإنسان*، سلسلة عالم المعرفة، العدد (٨٣)، الكويت، نوفمبر ١٩٨٤ .
- ٥٣- محمد عبد اللطيف مطلب: *الفلسفة والفيزياء*، ج١، دائرة الشئون الثقافية والنشر، بغداد، ١٩٨٥ .
- ٥٤- محمد على العمر: *مسيرة الفيزياء على الحبل المشدود بين النظرية والتجربة*، مجلة عالم الفكر، المجلد العشرون، العدد الأول، الكويت، ١٩٨٩
- ٥٥- محمد فرحات عمر: *طبيعة القانون العلمى*، تقديم زكى نجيب محمود، الدار القومية للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٦٦ .
- ٥٦- محمد محمد قاسم: *كارل بوبر (نظرية المعرفة فى ضوء المنهج العلمى)*، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية ، ١٩٨٦ .
- ٥٧- \_\_\_\_\_: *نظريات المنطق الرمزى (بحث فى الحساب التحليلى والمصطلح)*، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٩١ .
- ٥٨- \_\_\_\_\_: *المدخل إلى فلسفة العلوم*، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٩٦ .
- ٥٩- محمد مهـران: *فلسفة برتراند رسل*، ط٣، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨٦ .
- ٦٠- \_\_\_\_\_: *دراسات فى فلسفة اللغة*، دار قباء للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٩٨ .

- ٦١- محمود فهمي زيدان : المنطق الرمزي (نشأته وتطوره)، دار النهضة العربية، بيروت، ١٩٧٣.
- ٦٢- \_\_\_\_\_ : مناهج البحث الفلسفي، الهيئة المصرية العامة للكتاب، فرع الإسكندرية، ١٩٧٧.
- ٦٣- \_\_\_\_\_ : الاستقراء والمنهج العلمي، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية ط٤، ١٩٨٠.
- ٦٤- \_\_\_\_\_ : في فلسفة اللغة، دار النهضة العربية، بيروت، ١٩٨٥.
- ٦٥- \_\_\_\_\_ : مناهج البحث في العلوم الطبيعية المعاصرة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٩٠.
- ٦٦- ميتشيل ويلسون : الطاقة، ترجمة مكرم عطية، مراجعة نزيه الحكيم، دار الترجمة والنشر لشتون البترول، بيروت، ١٩٧١.
- ٦٧- نيبيل على : العرب وعصر المعلومات، سلسلة عالم المعرفة، العدد (١٨٤)، الكويت، أبريل ١٩٩٤.
- ٦٨- والتر ج. أونج : الشفاهية والكتابية، ترجمة حسن البنا عز الدين، مراجعة محمد عصفور، سلسلة عالم المعرفة، العدد (١٨٢)، الكويت، فبراير ١٩٩٤.
- ٦٩- يمني طريف الخولي : مشكلة العلوم الإنسانية، دار الثقافة، القاهرة، ١٩٩٠.
- ٧٠- \_\_\_\_\_ : الطبيعيات في علم الكلام من الماضي إلى المستقبل، دار قباء للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، ١٩٩٨.

### ثانياً: المعجم العربية :

- ١- روزنتال وبودين وآخرون: المعجم الفلسفي المختصر، ترجمة توفيق سلوم، دار التقدم، موسكو، ١٩٨٦.
- ٢- مجمع اللغة العربية : المعجم الفلسفي، تصدير إبراهيم بيومي مذكور، الهيئة العامة لشتون المطابع الأميرية، القاهرة، ١٩٨٣.

٣- \_\_\_\_\_ :معجم الفيزيكا الحديثة، تصدير إبراهيم بيومي مذكور، الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية، القاهرة، ج١، ١٩٨٣، ج٢، ١٩٨٦.

٤- \_\_\_\_\_ :المعجم الوجيز ، تصدير إبراهيم بيومي مذكور، طبعة خاصة بوزارة التربية والتعليم المصرية، القاهرة ، ١٩٩٠  
٥- محمد بن أبي بكر الرازي: مختار الصحاح ،عنى بترتيبه محمود خاطر، دار الحديث، القاهرة، بدون تاريخ.

ثانيا : المراجع باللغة الإنجليزية :

- 1-Ackrill, J.L. *"Aristotle the philosopher,"* Oxford University Press, London , 1981.
- 2-Alston, W. P. *"Philosophy of Language"*, Prentice- Hall, INC, Englewood Cliffs , N.J., 1964.
- 3-Austin, J.L. *"Performative Utterances"*(1961), in Martinich(ed): *"The Philosophy of Language"* , third edition , Oxford University Press, Oxford, N.Y., 1996, PP. 120-129.
- 4-Ārabet, A. H., *"Mastering Philosophy,* Macmillan education LTD, London , 1990.
- 5-Burent, J., *"Greek Philosophy, Tales to Plato,* "London, 1914, reset and reprinted , 1964.
- 6-Campbell, Norman, *"What is science?"* , Dover publications, INC, N.Y, 1953.
- 7-Carr,B. *"Metaphysics,"Anintroduction,* Macmillan education LTD, London, 1987.
- 8-Cassirer,Ernst, *"Substance and Function" & "Einstein's theory of relativity"*, Both books bound as one, Dover publications , INC, N.y, 1953.
- 9-Chomsky, N., *"Language and problem of Knowledge"*, (1988) In Martinich (ed): *"The philosophy of language"*, PP. 558-576.
- 10-Copi, irving M., *"Introduction to Logic"*, Macmillan Pub. Co., INC, N.Y & Collier Macmillan Publishers , London, 1982.
- 11-Crease,R.P. & Man, C.C., *"The second creation," Makers of the revolution in twentieth century physics,* Macmillan publishing co., N.Y, 1986.

- 12-Davies, Paul, *"Super force," The search for a ground unified theory of nature*, Simon & Shuster, INC, N.Y, 1985.
- 13-Grice, H.P., *"Logic and conversation"* (1975), in Martinich (ed): *"The philosophy of Language"*, PP. 156-167.
- 14-Hanson, N.R., *"Observation and Explanation," A guide to Philosophy of science*, George Allen & Unwin LTD, London, 1972.
- 15-Hesse, Mary, *"Models and Analogy in science"*, in *Encyclopedia of Philosophy*, Vol. (5), PP. 354-359.
- 16-Jacob, Francios, *"The possible and the actual"*, University of Washington Press, Seattle and London, 1982.
- 17-Korner, S., *"Fundamental questions in Philosophy"*, Penguin University Books, Middle sex, 1971.
- 18-Kuhn, T., *"The structure of scientific revolutions"*, Reprinted in : *Foundations of the unity of science*, Vol. (2), Nu. (2), The university of Chicago Press, Chicago, 1981.
- 19-Lucas, J.R., *"Space, time, and Causality,"* The Clarendon Press, Oxford, 1985.
- 20-Martinich, A.P. (ed) , *"The Philosophy of Language"*, third edition, Oxford university Press, Oxford, N.Y, 1996.
- 21-Mellone, S.H., *"Elements of modern Logic"*, University Totorial press LTD, London, 1970.
- 22-Morris, R., *"Dismantling the universe", The nature of scientific discovery*, Simon & Schuster INC, N.Y, 1983.
- 23-Norris, Christopher , *"Resources of Realism", Prospects for*

- "Post Analytic" Philosophy**, S.T. Martin's press, Inc, N.Y, 1997.
- 24-Polikarov, A., **"Science and Philosophy,"** Bulgarian Academy of Sc., Sofia , 1973.
- 25-Russell, B., **"The analysis of mind"**, George Allen, Unwin, London , 1921.
- 26-Searle, J.R., **"What is speech acts"** (1975) & **"Indirect speech act** (1975) & **A Taxonomy of illocutionary acts** (1979), in Martinich (ed): **"The philosophy of Language"**,PP.168-182.
- 27-Van Frassen, **"An introduction to the philosophy of time and Space"**, Columbia University Press, N.Y, 1985.

#### رابعاً: المعاجم الأجنبية :

- 1-Academician G.S. Landsberg (ed), **"Text- book of elementary physics"**, Trans. From Russian by A. Troitsky, Mirr pub., Moscow, 1972.
- 2-Edwards, P., (editor-in-Chief), **" The Encyclopedia of Philosophy"**, Macmillan Publishing Co., Inc, The Free Press, N.Y, 1967, Reprinted, 1972.
- 3-Runes(ed), **"Dictionary of Philosophy"**, A Helix book, Published by Rowman & Allanheld. Publishers' Totowa , N.J. 1984.
- 4-Summers, Della (editor-in-Chief) **" Longman active Study Dictionary of English"**, Longman group LTD, Egypt , 1988.