บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง "การศึกษาการจัดการเรียนการสอนหน่วยที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดกรุงเทพมหานคร" ผู้วิจัยได้ศึกษาคือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์
2. ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. การแบ่งสาขาวิทยาศาสตร์
4. กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
5. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
6. การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
   6.1 จุดประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์
   6.2 เนื้อหาของวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
   6.3 เวลาเรียนของวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
7. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
8. การสังเกตการสอน
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความหมายของวิทยาศาสตร์

"วิทยาศาสตร์" เป็นศัพท์บัญญัติแทนคำว่า "Science" ในภาษาอังกฤษ คำนี้เกิดขึ้นในภาษาไทยราวปี พ.ศ. 2459 (ไพเราะ ทิพยทัศน์ 2525) คำว่า "Science" มีรากศัพท์มาจากภาษาลาตินว่า "Scientia" หมายถึง ความรู้

ราชบัณฑิตสถาน (2531) ได้ให้ความหมายว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่ได้โดยการสังเกต และการค้นคว้าจากการประจักษ์ธรรมชาติ

เย็นใจ เลาหวณิช (2529) ได้ให้ความหมายของ "วิทยาศาสตร์" ว่า วิทยาศาสตร์เป็นความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ และกระบวนการหาความรู้

ชัยวัฒน์ คุปตระกูล (2530) ได้อธิบายว่า "วิทยาศาสตร์" คือความรู้ความเข้าใจของมนุษย์เองกับธรรมชาติรอบตัว ทั้งใกล้และไกลและการประยุกต์ความรู้ความเข้าใจนั้นเป็นประโยชน์ต่อมนุษยชาติ

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531) ได้สรุปความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ คือเนื้อหาของความรู้ที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับธรรมชาติและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้นั้น

2. วิทยาศาสตร์ คือเนื้อหาของความรู้ที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับธรรมชาติ ซึ่งจัดรวบรวมไว้อย่างเป็นระเบียบแบบแผน และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้นั้น

3. วิทยาศาสตร์ คือเนื้อหาของความรู้ที่เป็นเรื่องราว เกี่ยวกับธรรมชาติ ซึ่งจัดไว้เป็นระเบียบแบบแผน และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะแสวงหาต่างๆ อย่างไม่หยุดยั้ง โดยอาศัยการสังเกตหรือทดลองเป็นพื้นฐาน

ธีระชัย ปูรณโชติ (ม.ป.ป.) กล่าวว่าวิทยาศาสตร์ หมายถึงความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติที่ได้สะสมไว้ และจัดระเบียบแล้ว และได้มาด้วยวิธีการเสาะแสวงหาต่างๆ อย่างไม่หยุดยั้ง โดยอาศัยการสังเกตหรือทดลองเป็นพื้นฐาน

"วิทยาศาสตร์" ตามความหมายในสารานุกรมโคลัมเบีย (The Columbia EncycLopedia 1965) หมายถึง ความรู้ที่สะสมและจัดไว้อย่างมีระบบ ความรู้นี้ได้จากประสบการณ์ธรรมชาติ ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ มิใช่มีการสะสมความรู้ไว้เท่านั้น แต่รวมทั้งการใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

คาริน และซันด์ (Arther A. Carin and Robert E. Sund 1970) ได้ให้นิยามของวิทยาศาสตร์ว่า "วิทยาศาสตร์" เป็นความจริงที่ได้ผ่านการทดสอบยืนยันมาแล้วและได้สะสมอย่างมีระบบ รวมทั้งกระบวนการที่ใช้ในการค้นหาความรู้นั้นด้วย

จากแนวคิดของบุคคลเหล่านี้ สรุปได้ว่า "วิทยาศาสตร์" หมายถึง เนื้อหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมที่ได้ศึกษาค้นคว้า แล้วนำมารวบรวมไว้อย่างมีระบบรวมทั้งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้นั้น

ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517) อธิบายไว้ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ประเภทแรกเป็น วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ (Pure Science) คือความรู้ขั้นมูลฐานล้วนๆ ประกอบด้วย สิ่งที่เป็นความจริงเดี่ยว (Fact) ความจริงหลัก (Principle) กฎ (Law) ทฤษฎี (Theory) และความคิดรวบยอด (Concept) นักวิทยาศาสตร์ค้นคว้าหาความรู้ประเภทนี้เพื่อความใคร่รู้ เพื่อสนองความต้องการของจิตใจโดยไม่คิดหวังผลประโยชน์จากการค้นคว้านี้เลย ความรู้ประเภทที่สองเป็นความรู้ที่มุ่งหวังเอาไปใช้ประโยชน์ให้แก่สังคมโดยตรง เรียกว่า วิทยาศาสตร์ประยุกต์หรือเทคโนโลยี (Applied Science or Technology)

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ได้กล่าวถึงประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มาจากการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ค้นคว้านั้นอาจจำแนกได้เป็นข้อเท็จจริง (Fact) มโนทัศน์ (Concept) หลักการ (Principle) สมมติฐาน (Hypothesis) กฎ (Law) และทฤษฎี (Theory)

นักการศึกษาได้อธิบายถึงความหมายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ ไว้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ข้อเท็จจริง (Fact)

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525) กล่าวเกี่ยวกับข้อเท็จจริงไว้ว่า ข้อเท็จจริงเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีทั้งสามารถสังเกตได้โดยตรง และไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่ไม่ว่าจะสังเกตได้โดยตรงหรือไม่ ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์จะต้องคงความเป็นจริงโดยสามารถทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิศวธีรนันท์ (2525) กล่าวถึงข้อเท็จจริงไว้ว่า ข้อเท็จจริงเป็นความรู้เกิดจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆ โดยตรง หรือใช้อุปกรณ์ช่วยในการสังเกต และสิ่งที่สังเกตเห็นนั้นจะต้องคงเป็นจริงเสมอโดยที่ทำการทดลองซ้ำแล้วได้ผลเหมือนกัน และลำพังตัวข้อเท็จจริงมีความหมายมากน้อยต้องนำมาประกอบกันจึงจะมีความหมายมากขึ้น

เจมส์ บี โคแนนท์ (Conant 1964) ได้กล่าวถึงข้อเท็จจริงไว้ว่า ข้อเท็จจริงจะต้องสังเกตได้โดยตรงและต้องคงความเป็นจริง โดยสามารถทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

จากแนวความคิดของนักการศึกษาสรุปได้ว่า ข้อเท็จจริง หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่ได้จากการสังเกต และสิ่งที่สังเกตเห็นนั้นต้องทดสอบได้ว่าเป็นจริงเสมอ

2. มโนทัศน์ (Concept)

มโนทัศน์ มาจากคำภาษาอังกฤษว่า "Concept" ซึ่งคำๆ นี้ยังมีผู้ใช้คำอื่นๆ ในความหมายเดียวกันอีกหลายคำ เช่น มโนภาพ มโนมติ สังกัป และความคิดรวบยอด สำหรับความหมายของคำว่ามโนทัศน์นั้น มีดังนี้

คาร์เตอร์ วี กูด (Good 1973) ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ 3 ประการคือ

1. ความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถแยกออกเป็นกลุ่มเป็นประเภทได้

2. สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจการหรือวัตถุ

3. ความคิด ความเห็น หรือมโนภาพ

เอ็ดการ์ บี เวส เลย์ และแสตนเลย์ พี รอนสกี (Wesley and Wronski 1973) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึงประเภทของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่มีลักษณะนามธรรมที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะทั้งหมดของประเภทหรือชี้เฉพาะอย่างของวัตถุหรือความคิดต่างๆ

อาคม จันทสุนทร (2522) ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึงความคิด ความเข้าใจที่สรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดหรือเรื่องหนึ่งเรื่องใดอันเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลายๆ อย่าง หลายแบบ แล้วได้ใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาจัดเป็นพวกให้เกิดความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปรวมในสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์คือความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งอันอาจจะเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นหลายๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นนำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุป

ชัยพร วิชชาวุธ (2525) ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึงความคิดรวบยอดเกี่ยวกับประเภทของสิ่งต่างๆ ตามความเข้าใจของแต่ละคน เช่น เข้าใจว่าสิ่งของลักษณะเช่นใดเรียกว่าของแข็ง ลักษณะใดเรียกว่าสิ่งมีชีวิต คนลักษณะเช่นใดเรียกว่าวีรชน การกระทำลักษณะเช่นใดเรียกว่าหว่านข้าว ตลอดจนความคิดลักษณะเช่นใดเรียกว่าวัตถุนิยม

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528) ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์หมายถึงการเข้าใจประเภทของสิ่งต่างๆ ได้ถูกต้องตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น การเข้าใจ มโนทัศน์ของปากกา ก็จะหมายถึงสิ่งที่ใช้เขียนมีสีต่างๆ เช่น ดำ แดง เป็นต้น

คาร์เตอร์ วี กูด (Good 1973) ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ 3 ประการคือ

1. ความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถแยกออกเป็นกลุ่มเป็นประเภทได้

2. สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจการหรือวัตถุ

3. ความคิด ความเห็น หรือมโนภาพ

เอ็ดการ์ บี เวส เลย์ และแสตนเลย์ พี รอนสกี (Wesley and Wronski 1973) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึงประเภทของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่มีลักษณะนามธรรมที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะทั้งหมดของประเภทหรือชี้เฉพาะอย่างของวัตถุหรือความคิดต่างๆ

อาคม จันทสุนทร (2522) ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึงความคิด ความเข้าใจที่สรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดหรือเรื่องหนึ่งเรื่องใดอันเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลายๆ อย่าง หลายแบบ แล้วได้ใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาจัดเป็นพวกให้เกิดความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปรวมในสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์คือความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งอันอาจจะเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นหลายๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นนำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุป

ชัยพร วิชชาวุธ (2525) ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึงความคิดรวบยอดเกี่ยวกับประเภทของสิ่งต่างๆ ตามความเข้าใจของแต่ละคน เช่น เข้าใจว่าสิ่งของลักษณะเช่นใดเรียกว่าของแข็ง ลักษณะใดเรียกว่าสิ่งมีชีวิต คนลักษณะเช่นใดเรียกว่าวีรชน การกระทำลักษณะเช่นใดเรียกว่าหว่านข้าว ตลอดจนความคิดลักษณะเช่นใดเรียกว่าวัตถุนิยม

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528) ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์หมายถึงการเข้าใจประเภทของสิ่งต่างๆ ได้ถูกต้องตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น การเข้าใจ มโนทัศน์ของปากกา ก็จะหมายถึงสิ่งที่ใช้เขียนมีสีต่างๆ เช่น ดำ แดง เป็นต้น

จากแนวคิดต่างๆ เกี่ยวกับมโนทัศน์นี้พอจะสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึงความคิดความเข้าใจขั้นสุดท้ายของบุคคลจะลงข้อสรุป หรือให้คำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือ เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากได้รับข้อเท็จจริงหรือประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้น

ประเภทของมโนทัศน์

ในการแบ่งประเภทของมโนทัศน์นั้นจำแนกได้หลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับแนวคิดหรือหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก จึงขอนำเสนอในลักษณะต่างๆ ดังนี้

เดวิด เอช รัสเซล (Russell 1956) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์ไว้ 8 ประเภทตามเนื้อหาสาระดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concepts) คือมโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวนเลข การวัดซึ่งมีอยู่ในชีวิตประจำวัน

2. มโนทัศน์เรื่องเวลา (Concepts of Time) เป็นมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กับมโนทัศน์ของมิติ (Concept of Space) แต่มโนทัศน์ในเรื่องเวลาเป็นนามธรรมมากกว่า ตัวอย่างมโนทัศน์ในเรื่องเวลา เช่น เช้า สาย บ่าย เย็น กลางวัน กลางคืน ฤดูกาลต่างๆ

3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่ประกอบด้วยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ในเรื่องเวลาและมโนทัศน์ของมิติ เพราะวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับการวัดที่แน่นอนของเรื่องราวเวลา มิติ น้ำหนัก และปรากฏการณ์อื่นๆ ด้วย

4. มโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง (Concept of the Self) คือการที่บุคคลมีความรู้สึกว่าตัวเขาเองคือใคร เป็นอะไร เป็นอย่างไร

5. มโนทัศน์ทางสังคม (Social Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ชุมชน ประชาธิปไตย ศีลธรรมและพฤติกรรมต่างๆ

6. มโนทัศน์ทางสุนทรียภาพ (Aesthetic Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กับมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับความสวยงามและขึ้นอยู่กับมโนทัศน์ทางสังคม เช่น สุนทรียภาพในภาพเขียน รูปภาพ ดนตรี เป็นต้น

7. มโนทัศน์เกี่ยวกับอารมณ์ขบขัน (Concept of Humor) คือมโนทัศน์ที่มีอยู่ในขอบเขตของสังคมที่บุคคลนั้นอาศัยอยู่ บางสิ่งเป็นเรื่องที่ขบขันในสังคมหนึ่ง แต่อาจไม่ขบขันในอีกสังคมหนึ่งก็ได้

8. มโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องอื่นๆ (Miscellaneous Concepts) เช่น มโนทัศน์ เกี่ยวกับความตาย เพศ สงคราม เป็นต้น

จอห์น พี เดอ เซคโค (De Cecco, 1968) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภท ตามลักษณะของมโนทัศน์สรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน (Conjunctive Concepts) หมายถึงมโนทัศน์ที่เกิดจากลักษณะร่วมกันหลายอย่าง เป็นมโนทัศน์ที่อาศัยลักษณะต่างๆ ที่เหมาะสมมารวมกันอยู่ครบถ้วน ทั้งในรูปของจำนวนและค่าของสิ่งนั้น นับเป็นมโนทัศน์พื้นฐานที่ใช้กันอยู่ทั่วไป เช่น สุนัขมีลักษณะทั่วไปของสี ขนาด รูปร่าง เนื้อหนังและพฤติกรรม แม้ลักษณะเฉพาะของลักษณะทั่วไปเหล่านี้จะแปรเปลี่ยนไป เปลี่ยนจากเกรทเด็นสีน้ำตาลแกมเหลืองไปเป็นพูเดิลตัวเล็กสีขาว เราก็ยังบอกได้ว่าเป็นสุนัข และยังสามารถบอกได้ว่า สุนัขแตกต่างไปจากแมว ม้า วัว และสัตว์เลี้ยงอื่นๆ มโนทัศน์ที่เกิดจากลักษณะร่วมนี้เรียนรู้และสอนได้ง่ายที่สุด

2. มโนทัศน์ที่มีลักษณะขัดแย้งกันหรือเน้นลักษณะประกอบกัน (Disjunctive Concepts) หมายถึงมโนทัศน์ที่มีลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งหรืออย่างอื่นสองอย่าง หรือหลายอย่างประกอบกันเช่น วงกลมสีแดง และ/หรือสีเขียว แสดงว่าต้องมีลักษณะรูปร่างวงกลมพื้นฐานอยู่ ส่วนสีนั้นอาจเป็นสีใดสีหนึ่งหรือทั้งสองสีก็ได้ การผิดกติกาในการเล่นฟุตบอลอาจเกิดจากการที่ผู้เล่นเอามือไปจับลูกบอลล์ หรืออาจเกิดจากการที่ยกเท้าสูงเกินควรแล้วไปถูกหน้าฝ่ายตรงข้าม หรือทั้งสองกรณีหรือกรณีอื่นๆ อีกเป็นต้น

3. มโนทัศน์ที่มีลักษณะสัมพันธ์ (Relational Concepts) หมายถึง มโนทัศน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทั่วไป เช่น ระยะทางและทิศทาง เป็นมโนทัศน์ที่มีลักษณะสัมพันธ์มโนทัศน์ของระยะเวลาทางเกิดจากความสัมพันธ์ของจุดสองจุดซึ่งหมายถึงการแยกออกจากกันของจุดสองจุด มโนทัศน์ของทิศทางเป็นความสัมพันธ์ของจุดสองจุดหรือมากกว่า ซึ่งหมายถึงการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

ธวัชชัย ชัยจิรฉายากุล (2520) ได้จัดแบ่งประเภทของมโนทัศน์เป็น 3 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่เกิดจากคุณลักษณะร่วมกัน (Conjunctive Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่แทนคุณลักษณะร่วมกันระหว่างสิ่งของ เด็กที่จัดกลุ่มมะม่วง ขนุน กล้วย แอปเปิ้ล เข้าด้วยกันภายใต้ชื่อผลไม้ แสดงว่าทั้ง 4 อย่างมีลักษณะร่วมกันที่รับประทานได้ มีรสใกล้เคียงกัน ในขณะเดียวกันเราแยกแมว ม้า วัว ออกจากกันได้ โดยใช้มโนทัศน์ขั้นนี้ ซึ่งถือว่าเป็นการเรียนรู้ได้ง่ายที่สุด

2. มโนทัศน์ที่เกิดจากคุณลักษณะขัดแย้งกัน (Disjunctive Concept) เป็นมโนทัศน์ที่มีคุณค่าที่เหมาะสมของคุณลักษณะอีกอันหนึ่ง หรือทั้งสองอันปรากฏอยู่ในมโนทัศน์ประเภทนี้ คุณลักษณะและคุณค่าใช้แทนกันได้ เช่น "บุคคลใดที่มีสัญชาติไทยและภูมิลำเนาอยู่ในเมืองลพบุรี มีสิทธิออกเสียงเลือกตั้งสมาชิกสภาเทศบาลเมืองลพบุรี" ประกอบด้วยหลายคุณลักษณะ เป็นต้นว่า ใครก็ตามที่มีอายุเกิน 21 ปี และอยู่ในเมืองลพบุรี หรือใครก็ตามที่มีกิจการค้าอยู่ในเมืองลพบุรี หรือใครก็ตามที่มีทรัพย์สินอยู่ในเมืองลพบุรีซึ่งทั้ง 3 ลักษณะ ไม่มีสิ่งใดร่วมกันเลย มโนทัศน์ประเภทนี้ยุ่งยากในการ

เรียนรู้ เพราะเป็นการเทียบคุณลักษณะโดยไม่มีกฎเกณฑ์แต่ต้องเรียนรู้การเทียบชั้นของสิ่งเร้า

3. มโนทัศน์ที่เกิดจากคุณลักษณะเชิงสัมพันธ์ (Relational Concept) เป็นมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์เฉพาะระหว่างคุณลักษณะ ตัวอย่างเช่น "ระยะทาง" ชี้เฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างจุดสองจุด "ทิศทาง" ชี้เฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างจุดสองจุดหรือมากกว่า ซึ่งหมายถึงการเคลื่อนที่ไปสู่อีกจุดหนึ่ง นอกจากนี้ได้แก่ เวลา แรง น้ำหนัก สิ่งที่จำแนกคุณลักษณะคือความแตกต่างในความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเดียวกัน

กล่าวโดยสรุปแล้ว มโนทัศน์ แบ่งได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ในการแบ่งว่าจะใช้เกณฑ์หนึ่งเกณฑ์ใดก็ได้ มโนทัศน์แต่ละประเภทจะมีความแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับลักษณะทั่วไปและลักษณะเฉพาะที่เป็นส่วนประกอบของมโนทัศน์นั้นๆ การที่บุคคลจะสรุปความคิดที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง จึงต้องคำนึงถึงลักษณะที่เป็นส่วนประกอบ

3. หลักการ (Principle)

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525) กล่าวถึงหลักการไว้ว่า หลักการ คือกลุ่มของมโนทัศน์ที่เป็น ความรู้หลักทั่วไป ซึ่งเป็นความจริงที่ใช้อ้างอิงได้คุณสมบัติของหลักการคือจะต้องสามารถ
โดยได้ผลเหมือนเดิม หลักการเป็นความจริงที่มีประโยชน์มากกว่าข้อเท็จจริงอื่นๆ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เวลานักวิทยาศาสตร์พบปัญหาได้มีการตั้งสมมติฐานเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าสมมติฐานที่นักวิทยาศาสตร์ตั้งขึ้นนั้นก็คือ หลักการที่เขาคาดคะเนขึ้นนั่นเอง

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517) กล่าวถึงหลักการไว้ว่า หลักการเกิดมาจากมโนทัศน์นั้นเอง แต่เป็น มโนทัศน์ที่ได้ผ่านการกลั่นกรองอย่างรอบคอบที่สุดแล้ว มีความเป็นปรนัยเกิดขึ้นในตัวของมัน ทุกคนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน ทดสอบแล้วได้ผลอย่างเดียวกัน ตัวอย่างของหลักการ เช่น ก๊าซเมื่อได้รับความร้อน จะขยายตัวจากมโนทัศน์หลายมโนทัศน์ ได้แก่

1. ก๊าซออกซิเจนเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
2. ก๊าซไฮโดรเจนเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
3. ก๊าซฮีเลียมเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
4. อากาศเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ได้ให้คำจำกัดความของหลักการไว้ว่า ถ้านำมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กันมาผสมผสานกันและสามารถใช้อ้างอิงได้ก็จะได้หลักการ ดังนั้นหลักการจะต้องเป็นความจริงที่

สามารถทดสอบได้ และได้ผลเหมือนเดิม มีความเป็นปรนัยในตัวเอง หลักการจึงเป็นมโนทัศน์ แต่มโนทัศน์ไม่จำเป็นต้องเป็นหลักการเสมอไป โดยบางมโนทัศน์อาจจะเป็นแต่บางมโนทัศน์อาจจะไม่เป็น เช่น ข้อความที่ว่า

1. การแพร่ คือ การกระจายโมเลกุลของสารจากที่ซึ่งมีความเข้มข้นของสารนั้นมากไปสู่ที่ซึ่งมีความเข้มข้นของสารน้อย : จัดเป็นทั้งมโนทัศน์และหลักการ

2. ข้าวเป็นสารคาร์โบไฮเดรต : เป็นเพียงมโนทัศน์เท่านั้น

ที่เป็นเช่นนี้เพราะมโนทัศน์เป็นความคิดหลักของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งแต่ละคนอาจมีมโนทัศน์ของสิ่งเดียวกัน ก็จะจัดเป็นหลักการ ตัวอย่างของหลักการ เช่น

1. คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นสารให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต

2. เมื่อสสารได้รับความร้อนจะขยายตัว

โรเบิร์ต บี ซันต์ และ เลสลี ดับบลิว โธรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge 1973) ได้ให้ความหมายของหลักการทางการวิทยาศาสตร์ไว้ว่าหลักการคือกฎหรือข้อบังคับเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น โลหะขยายตัวเมื่อถูกความร้อน

อาร์เธอ เอ คาร์ริน และ โรเบิร์ต บี ซันต์ (Carin and Sund 1980) อธิบายเกี่ยวกับหลักการไว้ว่าหลักการคือข้อความที่กล่าวไว้อย่างกว้างๆประกอบด้วยมโนทัศน์หลายๆมโนทัศน์เกี่ยวข้องกัน เช่น โลหะขยายตัวเมื่อถูกความร้อนข้อความนี้ประกอบด้วย มโนทัศน์ 3 มโนทัศน์ คือ โลหะ ความร้อน และขยายตัว

กล่าวโดยสรุปได้ว่า หลักการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่มีความเป็นปรนัยในตัวเอง โดยเกิดจากการรวบรวมมโนทัศน์หลายๆ มโนทัศน์เข้าด้วยกัน

4. สมมติฐาน (Hypothesis)

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525) ได้อธิบายถึงสมมติฐานไว้ว่า สมมติฐาน เป็นข้อสรุป หรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไป ตัวสมมติฐานอาจเป็นข้อความหรือความคิดที่แสดงการคาดคะเนในสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้โดยตรง หรือสิ่งที่แสดงความสัมพันธ์ที่เชื่อว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรนั้นกับตัวแปรตาม แนวความคิดหรือข้อความใดที่จัดเป็นสมมติฐานก็ต่อเมื่อ

1. อ้างถึงข้อเท็จจริงที่ยังไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน หรือโดยหลักการเป็นข้อเท็จจริงที่ไม่สามารถมีประสบการณ์ได้

2. สามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลองและแก้ไขเมื่อมีความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ให้คำอธิบายเกี่ยวกับสมมติฐานว่า สมมติฐานเป็นข้อความซึ่งเป็นคำตอบที่อาจจะเป็นไปได้ของปัญหาที่นักวิทยาศาสตร์กำลังศึกษาหรือสนใจ สมมติฐานมักได้จากการคาดคะเนซึ่งเกิดจากความเชื่อหรือความบันดาลใจของนักวิทยาศาสตร์ สมมติฐานใดจะเป็นที่ยอมรับหรือไม่ขึ้นอยู่กับหลักฐานหรือเหตุผลที่จะสนับสนุนหรือคัดค้าน สมมติฐานที่พิสูจน์ได้ว่าถูกต้องเป็นที่ยอมรับในสมัยหนึ่งอาจเปลี่ยนแปลงหรือยกเลิกไปได้ เมื่อมีผู้ค้นพบความจริงหรือหลักฐานที่คัดค้านบางสมมติฐานที่ตั้งขึ้นไว้เป็นเวลานานจนเป็นที่เชื่อถือได้ โดยไม่มีผลจากการสังเกตหรือการทดลองมาหักล้างได้ สมมติฐานนั้นก็จะกลายเป็นกฎ เช่น สมมติฐานของอาโวกาโดรที่กล่าวว่าก๊าซทุกชนิดเมื่อมีปริมาตรเท่ากันภายใต้อุณหภูมิและความดันเดียวกัน . จะมีโมเลกุลของก๊าซเท่ากัน ปัจจุบันยอมรับว่าเป็นกฎของอาโวกาโดร เพราะเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ ความดัน อุณหภูมิและจำนวนโมเลกุลของก๊าซได้อย่างถูกต้อง

ในแง่ของการเรียนการสอนแล้ว สมมติฐานจะต้องเป็นสิ่งซึ่งยังไม่เคยรู้หรือเรียนรู้มาก่อน หากได้เคยเรียนรู้มาก่อน ก็จัดเป็นเพียงข้อเท็จจริงหรือหลักการเท่านั้น

ตัวอย่างของสมมติฐานเช่น

1. ก้อนหินที่มีตะไคร่น้ำหรือพืชเล็กๆ เกาะอยู่จะผุพังเร็วกว่าก้อนหินที่ไม่มีตะไคร่น้ำจับ
2. ถ้าปริมาณของตัวถูกละลายเพิ่มขึ้น จุดเดือดของสารละลายจะเพิ่มขึ้น

พอล บี ไวส์ (Weise 1963) ได้กล่าวอธิบายเกี่ยวกับสมมติฐานไว้ว่า สมมติฐาน หมายถึงข้อความที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นเพื่อพยายามหาคำตอบของปัญหาหรือเป็นการลองตอบปัญหา ปัญหาหนึ่งๆ อาจมีคำตอบที่เป็นไปได้จำนวนมาก แต่มีเพียงคำตอบเดียวที่ถูกต้อง คำตอบนั้นจะรู้ว่าถูกหรือผิดก็ขึ้นอยู่กับการตรวจสอบโดยการทดลอง ถ้าการทดลองชี้ว่าคำตอบนั้นผิด นักวิทยาศาสตร์ต้องตั้งสมมติฐานใหม่และทดลองตรวจสอบใหม่จนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้อง นักวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์จะสามารถตั้งสมมติฐานที่ใกล้เคียงกับความเป็นไปได้เร็วกว่านักวิทยาศาสตร์ที่ขาดประสบการณ์

หลุยส์ โอ คัสลาน และ แฮริส เอ สโตน (Kuslan and Stone 1969) ได้สรุปความหมายของสมมติฐานไว้ว่า สมมติฐานเป็นความคิดค้นเบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการสังเกต เหตุการณ์หลายๆ เหตุการณ์ สมมติฐานอาจจะสมบูรณ์หรืออาจจะไม่ถูกต้องทั้งหมด แต่สมมติฐานก็ใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกันอย่างง่าย ๆ ได้

กล่าวสรุปได้ว่า สมมติฐาน คือข้อความที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ข้อความนี้อาจถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ซึ่งต้องผ่านการตรวจสอบความถูกต้องโดยการทดลอง

5. กฎ (Law)

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517) ได้อธิบายไว้ว่า กฎเป็นรูปหนึ่งของความจริงหลัก (Principle) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ข้อความในกฎและความจริงหลักนี้มีอยู่แล้วในธรรมชาติ ไม่ใช่สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมา นักวิทยาศาสตร์เป็นแต่เพียงผู้ไปเจอเท่านั้น สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างเองก็คือ ทฤษฎี

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525) กล่าวไว้ว่า กฎโดยทั่วไป หมายถึง หลักการที่สามารถเขียนสมการแทนความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2525) ได้อธิบายไว้ว่า กฎเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง มีลักษณะคล้ายกับหลักการ กฎและหลักการสามารถใช้แทนกันได้ เพราะกฎเป็นหลักการอย่างหนึ่ง แต่เป็นหลักการที่มักจะเน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งอาจเขียนเป็นสมการแทนได้ กฎมีลักษณะทั่วไปเช่นเดียวกับหลักการ กล่าวคือ กฎเป็นความจริงในตัวเองมีความเป็นปรนัยและสามารถทดสอบ ได้ผลตรงกันทุกครั้ง ถ้าหากมีผลการทดลองใดที่ขัดแย้งกับกฎแล้ว กฎนั้นจะต้องยกเลิกไป แม้ว่ากฎจะเป็นหลักการที่มีความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล เขียนเป็นสมการแทนได้ แต่กฎไม่สามารถอธิบายให้เข้าใจได้ว่า ทำไมความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลจึงเป็นเช่นนั้น สิ่งที่จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ภายในตัวกฎได้ก็คือ ทฤษฎี

กฎ อาจเกิดมาได้ 2 ทางด้วยกันคือ

1. จากการอุปมานข้อเท็จจริง โดยการรวบรวมข้อเท็จจริงหลายๆ ข้อเท็จจริงมาสรุปรวมเป็นมโนมติ หลักการ

2. จากการอนุมานทฤษฎี โดยการดึงส่วนย่อยของทฤษฎีมาเป็นกฎ เช่น กฎสัดส่วน พหุคูณ แยกย่อยมาจากทษฎีอะตอมของ ดาลตัน เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ให้ตัวอย่างกฎไว้ดังนี้

1. กฎสัดส่วนคงที่ "อัตราส่วนระหว่างมวลสารของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบชนิดใดชนิดหนึ่ง พบว่าคงที่"

2. กฎแห่งการแยก (Law of Independent Assortment) "ในขณะการสร้างเซลสืบพันธุ์ ยีนคู่หนึ่งๆ จะแยกกันไปสู่เซลสืบพันธุ์ เซลจะมียีนเดียว"

คาร์ล จี เฮมเทล (Hampall 1966) ได้อธิบายลักษณะของกฎไว้ว่า

1. กฎเป็นข้อความที่อยู่ในรูปของข้อความสากล เช่น "เมื่อไรก็ตามที่อุณหภูมิของก๊าซเพิ่มขึ้นขณะที่ความดันคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะเพิ่มขึ้น"

2. กฎเป็นข้อความที่เป็นจริงและไม่ใช่เป็นจริงโดยบังเอิญ "เทียนไขเมื่อนำมาอยู่ในหม้อต้มแล้วเทียนไขจะละลาย" ไม่เป็นข้อความที่จริงโดยบังเอิญเพราะพูดถึงเทียนไขอันใดก็ได้

นอกจากนั้น จอห์น ฮอสเปอร์ (Horsper 1977) ได้ให้ความหมายของกฎไว้ใกล้เคียงกันว่า กฎในวิทยาศาสตร์ หมายถึงกฎธรรมชาติ (Law of Nature) ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. เป็นข้อความสากล
2. เป็นข้อความที่เป็นจริงในทุกสถานที่และเวลา
3. เป็นข้อความเงื่อนไข
4. เป็นข้อความที่มีการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
5. มีระดับของการเป็นข้อความทั่วไปสูง

กล่าวโดยสรุปเกี่ยวกับความหมายของกฎได้ว่า กฎ หมายถึง ความทางรู้วิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นความจริงหลักที่มีอยู่ในธรรมชาติ โดยเน้นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล มีความเป็นปรนัยพร้อมทั้งเขียนเป็นสมการแทนได้

6. ทฤษฎี (Theory)

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517) ให้คำอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีไว้ว่า ทฤษฎีไม่ว่าจะสร้างขึ้นมาโดยวิธีการอย่างใดก็ตาม การที่เราจะยอมรับว่าทฤษฎีนั้นเป็นความจริงหรือไม่ อยู่ในเงื่อนไข 3 ประการคือ

1. ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบายความจริงหลัก ความจริงเดี่ยวที่อยู่ในอาณาเขตของมันได้
2. ทฤษฎีนั้นจะต้องอนุมานออกไปเป็นทฤษฎีหรือความจริงหลักบางอย่างได้
3. ทฤษฎีนั้นจะต้องทำนายปรากฏการณ์ที่อาจจะเกิดตามมาได้

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525) อธิบายไว้ว่า ทฤษฎีคือความรู้ที่เป็นหลักอย่างกว้างๆ ซึ่งสร้างขึ้นเป็นรูปแบบ (model) เพื่อใช้อธิบายหรือพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีนั้นๆ การที่จะยอมรับว่า ทฤษฎีใดเป็นความจริงหรือไม่อยู่ที่เงื่อนไข 3 ประการคือ

1. ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบายกฎ หลักการ และข้อเท็จจริงปลีกย่อยที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีได้

2. ทฤษฎีนั้นจะต้องอนุมานออกไปเป็นกฎหรือหลักการบางอย่างได้

3. ทฤษฎีนั้นจะต้องพยากรณ์ปรากฏการณ์ที่อาจเกิดตามมาได้

นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2525) อธิบายความหมายเกี่ยวกับทฤษฎีไว้ ดังนี้

"ทฤษฎี เป็นความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง มีลักษณะเป็นข้อความที่ใช้ในการอธิบายหลักการและกฎต่างๆ หรือกล่าวได้ว่า ทฤษฎีเป็นข้อความที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ทั้งหลาย"

ในการสร้างทฤษฎีหรือข้อความที่อธิบายปรากฏการณ์ทั้งหลายนั้น นักวิทยาศาสตร์อาจทำได้ 2 ทางคือ

1. สร้างทฤษฎีโดยการศึกษาข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือทดลองเสียก่อนแล้วจึงใช้วิธีอุปมานรวมกับการสร้างจินตนาการ สร้างเป็นแบบจำลอง หรือข้อความที่ใช้อธิบายผลการสังเกตนั้นให้ได้

2. สร้างทฤษฎี โดยอาศัยความคิดสร้างสรรค์แต่เพียงอย่างเดียว ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองสร้างเป็นแบบจำลอง หรือข้อความที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ในเรื่องนั้นขึ้นมาก่อน ต่อมาภายหลังเมื่อเกิดปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีนั้นขึ้น นักวิทยาศาสตร์ก็อาศัยทฤษฎีที่สร้างไว้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ได้ให้ตัวอย่างของทฤษฎีไว้ดังนี้

1. ทฤษฎีมิวเตชัน "มิวเตชัน ทำให้เกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต"

2. ทฤษฎีวิภาคของคลื่น "แสงเป็นได้ทั้งคลื่นและอนุภาค โดยเดินทางเป็นคลื่นแต่แสดงสมบัติเป็นอนุภาค"

พอล บี ไวส์ (Weisz 1963) ได้อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีไว้ว่า ทฤษฎีได้มาจากสมมติฐานที่ผ่านการยืนยันจากการทดลองที่น่าเชื่อถือ และเป็นข้อสรุปที่ได้จากการทดลอง ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันหลายๆ ครั้ง ทฤษฎีที่ดีจะมีคุณค่าในการทำนายผลที่แน่นอน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีสิ้นสุด ทฤษฎีหนึ่งอาจใช้ได้ดีเวลาหนึ่ง ถ้ามีข้อมูลใหม่ทฤษฎีอาจต้องเปลี่ยนไป แต่มิได้หมายความว่าทฤษฎีเดิมไม่ถูกต้อง แต่เป็นเพราะว่ามันพ้นยุคสมัย

โรเบิร์ต บี ซันต์ และ เลสลี ดับบลิว โธรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge 1973) ให้ความหมายของทฤษฎีไว้ดังนี้ว่า

ทฤษฎีเป็นการรวบรวมหลักการไว้ด้วยกันมากกว่าหนึ่งหลักการ และมีลักษณะดังนี้

1. ทษฎฎี เป็นคำอธิบายที่ใช้ตรวจสอบข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติ และความสัมพันธ์เฉพาะตัวข้อมูลหลายๆ ชุด

2. ทฤษฎี ใช้อธิบาย ทำนาย และจัดระบบคุณค่า

อาเธอร์ เอ คาริน และ โรเบิร์ต บี ซันด์ (Carin and Sund 1980:9) กล่าวถึงทฤษฎีไว้ ว่า "ทฤษฎี คือความสัมพันธ์กันอย่างกว้างๆ ของหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีใช้อธิบาย สรุป และทำนาย ปรากฏการณ์สังเกตหรือผลการทดลองได้ง่ายและมีประสิทธิภาพที่สุด"

กล่าวสรุปได้ว่า ทฤษฎี หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีพื้นฐานมาจากข้อเท็จจริง ซึ่งเป็นข้อสรุปที่ได้จากการสังเกต์และการทดลองที่น่าเชื่อถือ สามารถใช้ทฤษฎีอธิบายหรือทำนายกฎธรรมชาติ ปรากฏการณ์ การสังเกต หรือผลการทดลองได้ง่ายและมีประสิทธิภาพที่สุด

การแบ่งสาขาวิทยาศาสตร์

ยูเนสโก (UNESCO 1979) ได้จัดแบ่งวิทยาศาสตร์ออกเป็น 8 สาขาวิชา ดังนี้

1. ดาราศาสตร์
2. ชีววิทยา บักเตรีวิทยา พฤกษศาสตร์ กีฏวิทยา สัตววิทยา
3. เคมี
4. ธรณีวิทยา
5. คณิตศาสตร์
6. อุตุนิยมวิทยา
7. ฟิสิกส์
8. ชีวเคมี

เวบสเตอร์ (Webster's Seventh New Collegiate Dictionary 1977 อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า , 2532) ได้จัดแบ่งวิทยาศาสตร์ออกเป็น 6 สาขาวิชา ดังนี้

1. ดาราศาสตร์ (Astronomy) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับเทหวัตถุบนท้องฟ้า ในเรื่องขนาด การเคลื่อนที่ ส่วนประกอบ

2. ธรณีวิทยา (GeoLogy) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของโลก และความเป็นอยู่ของมัน โดยเฉพาะเรื่องเกี่ยวกับหิน

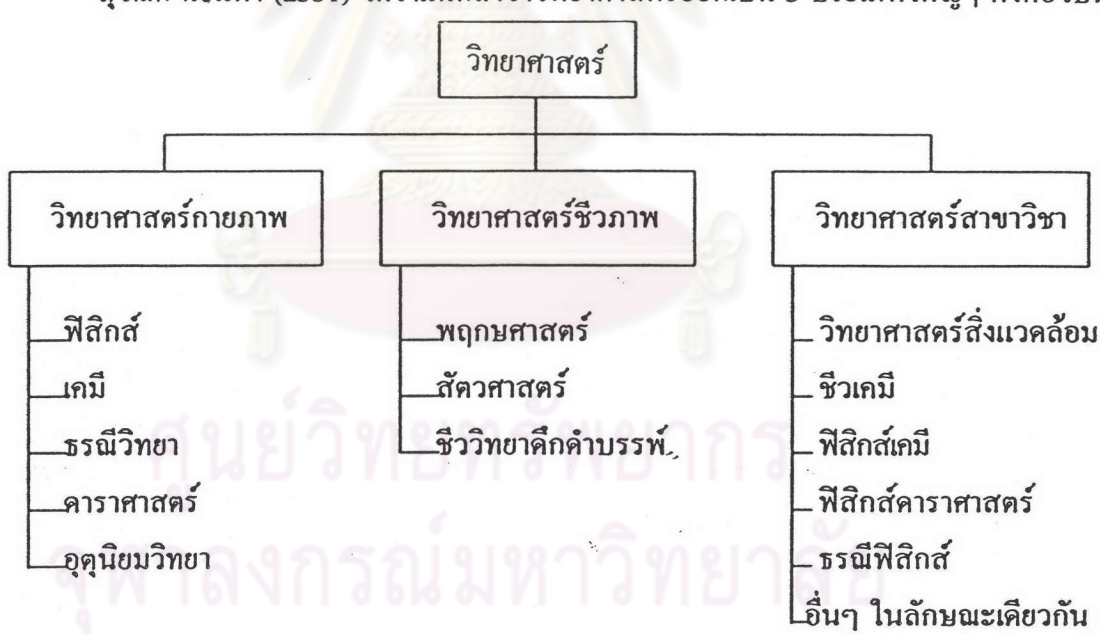
3. อุตุนิยมวิทยา (MeteoroLogy) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับบรรยากาศและปรากฏการณ์ของบรรยากาศ โดยเฉพาะสภาวะของอากาศและการพยากรณ์ลมฟ้าอากาศ

4. เคมี (Chemistry) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบ โครงสร้างและคุณสมบัติ (ภายใน) ของสสารรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ (ภายใน) จากอย่างหนึ่งไปเป็นอีกอย่างหนึ่ง

5. ฟิสิกส์ (Physics) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับสสารและพลังงานและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งทั้งสอง เช่น กลศาสตร์ แสง เสียง ความร้อน ไฟฟ้า แม่เหล็ก การแผ่รังสี อะตอมมิก และนิวเคลียร์ฟิสิกส์

สารานุกรมหนังสือโลก (The World Book Encycopedia อ้างถึงใน ภพ เลาหไพบูลย์, 2537) ได้จัดแบ่งวิทยาศาสตร์ธรรมชาติออกเป็น 2 สาขาวิชา คือ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical Sciences) และ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Biological Sciences) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพได้แก่ วิชาเคมี วิชาฟิสิกส์ วิชาธรณีวิทยา และวิชาดาราศาสตร์ ส่วนสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ได้แก่ วิชาพฤกษศาสตร์ วิชาสัตวศาสตร์ วิชานิเวศวิทยา และวิชาสัตว์พืชสมัยดึกดำบรรพ์

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531) ได้จำแนกสาขาวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้



กล่าวโดยสรุปได้ว่า การแบ่งสาขาวิทยาศาสตร์มีการแบ่งที่แตกต่างกันออกไป แต่เมื่อพิจารณาตามลักษณะของหมวดวิชาที่แบ่งแล้ว จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่ก็มีลักษณะคล้ายๆ กัน

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

พัชราภรณ์ พสุวัต (2522) ได้กล่าวถึงระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้เป็นหลักในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มี 6 ลำดับขั้นดังนี้

1. ขั้นกำหนดหรือตั้งปัญหา (Location of Problem) ปัญหาคือสิ่งที่เรายังไม่รู้ยังไม่เข้าใจหาวิธีแก้ไขยังไม่ได้ และเรายังต้องการแก้ปัญหานั้นๆ

2. ขั้นเก็บรวบรวมหลักฐานหรือข้อมูล (Gathering of Data) เพื่อช่วยในการตั้งสมมติฐานของการแก้ปัญหา

3. ขั้นตั้งสมมติฐาน (Setting up of Hypothesis) จากหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ และสรุปอย่างถี่ถ้วนรอบคอบแล้ว ก็ตั้งสมมติฐานเพื่อเป็นแนวทางเฉลยหรือแก้ปัญหา อาจมีสมมติฐานเดียวแล้วแต่ข้อมูลที่ได้มาจะทำให้ข้อสรุปแคบหรือกว้างเพียงใด

4. ขั้นวางแผนการทดลอง (Experimentation) เพื่อทดสอบสมมติฐานว่าเป็นไปได้หรือไม่ได้ โดยวางรูปงานมีการกำหนดวิธีการทดลอง เตรียมอุปกรณ์ สถานที่และผู้ปฏิบัติการทดลอง รวมถึงการกำหนดระยะเวลาและบางทีก็กำหนดค่าใช้จ่ายด้วย การทดลองสมมติฐานต้องทดลองหลายๆ ครั้ง หรือถ้าเป็นครั้งเดียวต้องได้ข้อมูลจำนวนมากพอที่จะเชื่อถือได้

5. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล ตีความ และสรุปผลการทดลอง (Analysis of Data and Conclusion) เพื่อทดสอบว่าสมมติฐานจะถูกปฏิเสธหรือรับรอง นั้นคือสมมติฐานจะสรุปได้ว่าเป็นไปได้หรือไม่ได้

6. ขั้นนำสมมติฐานไปใช้และติดตามผล (Applicability and follow up) สมมติฐานที่ถูกต้อง สามารถนำไปใช้ได้โดยไม่มีข้อโต้แย้ง หรือถ้ามีก็น้อยที่สุด สมมติฐานหลายอันต้องเลิกล้มไปเพราะมีข้อโต้แย้งขึ้นมา บางสมมติฐานใช้ได้อย่างกว้างขวาง โดยไม่มีข้อโต้แย้งและกลายเป็นกฎ (Law) ไปก็มี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2533) ได้กำหนดขั้นตอนในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มี 4 ลำดับขั้นดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมิตฐาน
3. ขั้นการรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต และ/หรือการทดลอง
4. ขั้นสรุปผลการสังเกต และ/หรือการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุสแลน และ สโตน (Kuslan and Stone,1969) ได้กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่า มี 6 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นระบุข้อความของปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นการสืบเสาะหาข้อมูลหลักฐานเพื่อทดสอบสมมติฐาน
4. ขั้นประเมินความเที่ยงตรงของสมมติฐาน
5. ขั้นทบทวนสมมติฐาน ถ้าจำเป็น
6. ขั้นนำข้อสรุปไปใช้กับปัญหาที่คล้ายกัน

จะเห็นได้ว่าระเบียบวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีผู้กำหนดขั้นตอนแตกต่างกันออกไป การเรียงลำดับก็แตกต่างกัน แต่ทั้งหมดก็อยู่ในแนวทางเดียวกัน

เจตคติทางวิทยาศาสตร์

คอลลีต (Collette, 1973) ได้อ้างถึง เจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของแฮนนี่ (Haney) ไว้ 6 ข้อ ดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น
2. มีเหตุผล
3. เก็บข้อสงสัยไว้ก่อน จนกว่าจะมีหลักฐานเพียงพอจึงจะสรุปผล
4. มีใจเป็นกลาง
5. มีการพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ
6. ยึดความถูกต้องตามความเป็นจริงเป็นหลัก
7. มีความซื่อตรง
8. ไม่โอ้อวด

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525) ได้ระบุเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในเอกสารชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครู มี 6 ข้อดังนี้

1. มีเหตุผล
2. มีความอยากรู้อยากเห็น
3. มีใจกว้าง

4. มีความซื่อสัตย์และมีใจกว้าง
5. มีความเพียรพยายาม
6. มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

คณิพร ไพชำนาญ (2528) ในรายงานการวิจัย ได้อ้างถึงการศึกษาของบิลเลห์และชาคาริแอดส์ (Billech & Zakhariades) จำแนกเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ข้อคือ

1. มีเหตุผล
2. อยากรู้อยากเห็น
3. มีใจกว้าง
4. ไม่เชื่อโชคลางหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่างๆ ที่อธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้
5. มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
6. มีการพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และจันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2524) ในรรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างแบบสำรวจความม้เป็นครู และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้จำแนกเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ประการดังนี้

1. มีเหตุผล ชอบแสวงหาสาเหตุของสิ่งต่างๆ
2. ชอบสงสัย ชอบตรวจตรา และประเมินกรรมวิธี กลวิธี และประสบการณ์ต่างๆ
3. ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
4. ช่างสังเกต
5. มีความคิดเห็น และลงข้อสรุปบนรากฐานของข้อมูลที่เพียงพอและเชื่อถือได้
6. มีความอยากรู้อยากเห็นไม่พอใจคำตอบที่ไม่สมเหตุสมผล

ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ จะเห็นว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากทุกแหล่งที่อยู่ในแนวทางและกรอบเดียวกัน เพื่อให้ครอบคลุมผู้วิจัยจำแนกออกเป็น 9 ข้อ ดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น
2. ชอบสงสัยและชอบซักถาม
3. มีเหตุผล
4. มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น และเปลี่ยนความคิดเมื่อมีหลักฐานอื่น ที่ดีกว่า
5. มีความซื่อสัตย์ ยึดความถูกต้องตามความเป็นจริง

6. มีความพยายามและความอดทนในการหาคำตอบ
7. มีการพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจลงข้อสรุป
8. ไม่โอ้อวด
9. ไม่เชื่อสิ่งที่อยู่นอกเหนือธรรมชาติ ไม่มีอะไรที่เกิดขึ้นโดยปราศจากเหตุที่แน่นอน

การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและพัฒนาประเทศ การวางพื้นฐานการศึกษาค้นคว้าด้านวิทยาศาสตร์ในสถาบันการศึกษาทุกระดับจำเป็นต้องกระทำอย่างถูกต้องและจัดกันอย่างจริงจัง

อาร์ เอ็ม คาลรา (R.M.Kalra 1976) ได้กล่าวว่า การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ตามระบบใหม่ต้องการให้นักเรียนพัฒนาทั้งทักษะและความรู้ ซึ่งจะทำให้เข้าใจสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะให้นักเรียนเข้าใจวิธีการค้นคว้าหาความรู้ ดังนั้น หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์จึงเน้นการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อปรับปรุงความเป็นอยู่และใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

สมาคมการค้นคว้าเกี่ยวกับการศึกษาแห่งชาติ (National Society for the Study of Education 1947 อ้างถึงใน พิทักษ์ รักษพลเดช 2530) ได้แบ่งความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1. มุ่งหมายให้นักเรียนได้รู้ความจริงต่างๆ เช่น
   1.1 โลก ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ จักรวาล
   1.2 พืช สัตว์ สิ่งมีชีวิตต่างๆ
2. มุ่งหมายให้นักเรียนได้รับความคิดรวบยอด เช่น
   2.1 สสารประกอบด้วยละอองไฟฟ้า
   2.2 โลกมีมานานแล้ว
3. มุ่งหมายให้นักเรียนรู้หลักวิทยาศาสตร์ เช่น
   3.1 พลังงานเปลี่ยนแปลงรูปได้
   3.2 สิ่งมีชีวิตดำรงพันธุ์ของตน
4. มุ่งหมายให้นักเรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือ เช่น
   4.1 สามารถใช้เครื่องมือได้ถูกต้องตามชนิด และหน้าที่ของเครื่องมือแต่ละชิ้น
   4.2 รู้เทคนิคการใช้เครื่องมือแต่ละชิ้น และใช้ด้วยความระมัดระวัง
5. มุ่งหมายให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาต่างๆ เช่น
   5.1 เข้าใจปัญหา

5.2 รู้สมมติฐาน และตั้งสมมติฐานได้

6. มุ่งหมายให้นักเรียนมีทัศนคติที่ต้องการ เช่น

6.1 เป็นคนมีเหตุผล

6.2 ยอมรับความจริงใหม่ๆ ที่ได้พิสูจน์แล้ว

7. มุ่งหมายให้นักเรียนมีความรู้สึกชื่นชม เช่น

7.1 ชื่นชมผลงานของนักวิทยาศาสตร์

7.2 ชื่นชมในความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์

8. มุ่งหมายให้นักเรียนมีความสนใจ เช่น

8.1 สนใจวิทยาศาสตร์เป็นงานอดิเรก

8.2 สนใจค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

พิทักษ์ รักษพลเดช (2525) และสิปปนนท์ เกตุทัต (1981) ได้กล่าวถึงการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ไว้สอดคล้องกันคือ การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษานั้น ควรจัดให้สอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริงมากที่สุด และเข้ากับสภาพแวดล้อมของโรงเรียนได้ด้วยดังนั้น ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาจึงมุ่งให้นักเรียนมี ความรู้ สนใจ และฝึกสังเกตธรรมชาติ ค้นคว้าหาความจริงหาสาเหตุและการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รู้จักใช้และสงวนทรัพยากรธรรมชาติ มีงานอดิเรกทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจผลงานทางวิทยาศาสตร์และมีนิสัยคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (สุมน อมรวิวัฒน์ 2525) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (2521) ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้จัดให้มีการประชุมปฏิบัติการขึ้น เพื่อกำหนดแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาซึ่งสรุปได้ว่า วัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษามีดังนี้

1. ให้นักเรียนมีความเข้าใจในความรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่จะทำให้เข้าใจสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตที่อยู่ได้ด้วยดี

2. ปลูกฝังให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้นที่จะนำไปใช้ในการคิดแก้ปัญหา

3. นำความรู้และทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ในการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไปหรือวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ปรีชา อมาตยกุล (2528) ได้เสนอและสรุปได้ว่าครูจะต้องบอกเล่ากรณีตัวอย่างหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่อยู่ใกล้ตัวและสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ

สำหรับแนวทางการสอนวิทยาศาสตร์ พิศาล สร้อยธุหร่ำ (2530) มีความคิดเห็นว่าควรให้ผู้เรียนมีความเข้าใจพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและสามารถตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

อาหวัง ล่านุ้ย (2532) ได้กล่าวถึงความมุ่งหวังของการสอนวิทยาศาสตร์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาผู้เรียน ให้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความรู้ได้อย่างมี ประสิทธิภาพ

2. เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจหลักการ ความคิดรวบยอดต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง

3. เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติและเทคโนโลยีต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชน

5. เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการส่งเสริมสุขภาพกาย สุขภาพจิตได้

6. เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำรงชีวิตได้

กล่าวได้ว่า ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ ในระดับประถมศึกษานั้นเป็นการสอนให้คนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นอย่างมีระบบ นั่นคือเจตนาทางวิทยาศาตร์ รวมทั้งสามารถนำความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

จุดประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

วิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษามิได้แยกออกเป็นวิชาวิทยาศาสต์โดยเฉพาะเหมือนในชั้นมัธยมศึกษา แต่จะแทรกไว้ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตรวมกับเนื้อหาอื่นๆ ในลักษณะบูรณาการ โดยผสมผสานระหว่างวิทยาศาสตร์ สุขศึกษาและสังคมศึกษา ในการศึกษาจุดประสงค์การเรียนของหน่วยต่างๆ ที่มีวิทยาศาสตร์เข้าไปเกี่ยวข้องจึงต้องศึกษาจากหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ซึ่งจุดประสงค์ทั่วไปของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตได้กำหนดไว้ดังนี้ คือ เพื่อให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้เกี่ยวกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในด้านอนามัย ประชากร การเมือง การปกครอง ศาสนา วัฒนธรรม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงสภาพปัญหา กระบวนการแก้ปัญหาและสามารถนำประสบการณ์เหล่านี้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต จึงต้องปลูกฝังให้มีคุณลักษณะ ดังนี้

1. มีความเข้าใจพื้นฐานและปฏิบัติงานได้ถูกต้องในด้านสุขภาพอนามัยทางร่างกายและจิตใจทั้งส่วนบุคคลและส่วนรวม

2. มีความรู้และทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับสังคมและธรรมชาติ มีนิสัยใฝ่หาความรู้อยู่เสมอ

3. สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง

4. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

5. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

6. มีความเข้าใจ เลื่อมใสในการปกครองระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

7. เข้าใจหลักการอยู่ร่วมกันในสังคม โดยตระหนักในหน้าที่ ความรับผิดชอบปฏิบัติตนในขอบเขตแห่งสิทธิเสรีภาพ

8. มีความภาคภูมิใจในความเป็นไทย และความเป็นเอกราชของชาติ เทอดทูนสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ (กรมวิชาการ,2534)

เมื่อพิจารณาจุดประสงค์ทั้ง 8 ข้อ ดังกล่าวแล้ว พบว่าจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คือ จุดประสงค์ข้อที่ 2 จุดประสงค์ข้อที่ 3 จุดประสงค์ข้อที่ 4 และจุดประสงค์ข้อที่ 5 ส่วนจุดประสงค์ข้ออื่นๆ ก็เกี่ยวข้องกับวิชาอื่น

เนื้อหาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ซึ่งได้ปรับปรุงเนื้อหาของหลักสูตรประถมศึกษาใหม่ ก็ได้จัดเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเช่นเดิม ในการศึกษาเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาจึงต้องศึกษาเนื้อหาของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6

สำหรับเนื้อหาในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ได้จัดไว้เป็นหน่วยเริ่มจากเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียนและขยายกว้างออกไปสู่ชุมชน ชาติ ประเทศเพื่อนบ้าน โลก จักรวาล โดยกำหนดเนื้อหาออกเป็น 11 หน่วย และแบ่งเวลาในการเรียนออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 2 กำหนดให้เรียน 5 หน่วย คือ

หน่วยที่ 1 สิ่งมีชีวิต

หน่วยย่อยที่ 1 ตัวเรา

หน่วยย่อยที่ 2 พืช

หน่วยย่อยที่ 3 สัตว์

หน่วยย่อยที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างคน สัตว์ พืช

หน่วยที่ 2 ชีวิตในบ้าน

หน่วยที่ 3 สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา

หน่วยย่อยที่ 1 โรงเรียนของเรา

หน่วยย่อยที่ 2 ชุมชนของเา

หน่วยย่อยที่ 3 สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ

หน่วยย่อยที่ 4 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ

หน่วยที่ 4 ชาติไทย

หน่วยย่อยที่ 1 ชาติไทยของเรา

หน่วยย่อยที่ 2 พระมหากษัตริย์และพระราชินี

หน่วยที่ 5 ข่าวเหตุการณ์และวันสำคัญ

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 กำหนดให้เรียน 7 หน่วย คือ

หน่วยที่ 1 สิ่งมีชีวิต

หน่วยย่อยที่ 1 ตัวเรา

หน่วยย่อยที่ 2 พืช

หน่วยย่อยที่ 3 สัตว์

หน่วยที่ 2 ชีวิตในบ้าน

หน่วยที่ 3 สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา

หน่วยย่อยที่ 1 จังหวัดของเรา

หน่วยย่อยที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ

หน่วยที่ 4 ชาติไทย

หน่วยย่อยที่ 1 ชาติไทยในปัจจุบัน

หน่วยย่อยที่ 2 ประวัติศาสตร์สุโขทัย

หน่วยย่อยที่ 3 ศาสนาในประเทศไทย

หน่วยย่อยที่ 4 พระมหากษัตริย์กับสังคมไทย

หน่วยย่อยที่ 5 การทำมาหากิน

หน่วยที่ 5 พลังงานและสารเคมี

หน่วยย่อยที่ 1 ความร้อนและแสงสว่าง

หน่วยย่อยที่ 2 เสียง

หน่วยย่อยที่ 3 แสง

หน่วยย่อยที่ 4 สารเคมีและเชื้อเพลิง

หน่วยที่ 6 จักรวาลและอวกาศ

หน่วยที่ 7 ข่าวเหตุการณ์และวันสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1170539QQ

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 กำหนดให้เรียน 11 หน่วยคือ

หน่วยที่ 1 สิ่งมีชีวิต

หน่วยย่อยที่ 1 ตัวเรา

หน่วยย่อยที่ 2 พืช

หน่วยย่อยที่ 3 สัตว์

หน่วยที่ 2 ชีวิตในบ้าน

หน่วยที่ 3 สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา

หน่วยย่อยที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางสังคม

หน่วยย่อยที่ 3 สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ

หน่วยที่ 4 ชาติไทย

หน่วยย่อยที่ 1 ประวัติศาสตร์สมัยกรุงศรีอยุธยา กรุงธนบุรี กรุงรัตนโกสินทร์

หน่วยย่อยที่ 2 บุคคลสำคัญ

หน่วยย่อยที่ 3 ศาสนา

หน่วยย่อยที่ 4 ศิลปวัฒนธรรม

หน่วยย่อยที่ 5 หน้าที่ของประชาชนคนไทย

หน่วยที่ 5 การทำมาหากิน

หน่วยที่ 6 พลังงานและสารเคมี

หน่วยย่อยที่ 1 ความร้อนและสสาร

หน่วยย่อยที่ 2 แสง

หน่วยย่อยที่ 3 ไฟฟ้า

หน่วยย่อยที่ 4 แรง แรงดันความกดดัน

หน่วยย่อยที่ 5 สารเคมี

หน่วยที่ 7 จักรวาลและอวกาศ

หน่วยที่ 8 ประเทศเพื่อนบ้าน

หน่วยที่ 9 ประชากรศึกษา

หน่วยที่ 10 การเมืองและการปกครอง

หน่วยที่ 11 ข่าว เหตุการณ์ วันสำคัญ (กรมวิชาการ, 2534)

เมื่อพิจารณารายละเอียดของเนื้อหากลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตทั้ง 11 หน่วย พบว่า เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คือ เนื้อหาหน่วยสิ่งมีชีวิต หน่วยสิ่งที่อยู่รอบตัวเรา หน่วยพลังงานและสารเคมี และหน่วยจักรวาลและอวกาศ

เวลาเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต

ตลอดหลักสูตรประถมศึกษา ใช้เวลาเรียนประมาณ 6 ปี แต่ละปีการศึกษาควรมีเวลาเรียนไม่น้อยกว่า 40 สัปดาห์ ในหนึ่งสัปดาห์ต้องมีเวลาเรียนไม่น้อยกว่า 25 ชั่วโมง หรือ 75 คาบ ซึ่งกำหนดให้คาบละ 20 นาที ทั้งนี้เมื่อรวมแล้วต้องไม่ต่ำกว่า 200 วัน และไม่ต่ำกว่า 1000 ชั่วโมง และสำหรับชั้น ป. 5-6 นั้น ให้เพิ่มเวลาในการจัดกิจกรรมตามความสนใจของผู้เรียนในกลุ่มประสบการณ์พิเศษอีกไม่ต่ำกว่า 200 ชั่วโมง

อัตราเวลาเรียนของมวลประสบการณ์ทั้ง 5 กลุ่ม ในแต่ละระดับชั้นกำหนดไว้โดยประมาณดังนี้

มวลประสบการณ์	อัตราเวลาเรียนโดยประมาณ					
	ป. 1-2		ป. 3-4		ป. 5-6	
	ร้อยละ	คาบ/ปี	ร้อยละ	คาบ/ปี	ร้อยละ	คาบ/ปี
1. กลุ่มทักษะที่เป็นเครื่องมือการเรียนรู้	50	1500	35	1050	25	750
2. กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต	15	450	20	600	25	750
3. กลุ่มสร้างเสริมลักษณะนิสัย	25	750	25	750	20	600
4. กลุ่มการงานและพื้นฐานอาชีพ	10	300	20	600	30	900
รวม	100	3000	100	3000	100	3000
5. กลุ่มประสบการณ์พิเศษ	-	-	-	-	-	600

หมายเหตุ เวลาเรียนคาบละ 20 นาที คิดเป็นชั่วโมงละ 3 คาบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับเวลาเรียนของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ในหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ได้กำหนดไว้ดังนี้

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2 เวลาเรียน 450 คาบต่อปี

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4 เวลาเรียน 600 คาบต่อปี

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 เวลาเรียน 750 คาบต่อปี

จะเห็นได้ว่าเวลาเรียนของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 เพิ่มขึ้น จากระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-4

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์นั้น พจน์ สะเพียรชัย (2517) และมังกร ทองสุขดี (2521) เสนอไว้สอดคล้องกันสรุปได้ว่าเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ได้เน้นในเรื่องต่อไปนี้

1. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
2. กระบวนการคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
3. ทักษะในการใช้และถ่ายทอดสื่อความหมาย
4. ความรู้

นอกจากนี้ อนันต์ จันทรกวี (2523) ก็กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประการคือ

1. เพื่อให้มีความรู้และทักษะทางความคิด
2. เพื่อให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทัศนคติ

ดังนั้น จะเห็นว่ากระบวนการในการศึกษาวิทยาศาสตร์ควรเป็นกระบวนการเพื่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้เรียน ซึ่งจำเป็นต้องมีการจัดประสบการณ์การเรียนรู้หรือกระบวนการเรียนการสอนที่พึงประสงค์และเหมาะสมให้กับผู้เรียน เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปตามแนวทางที่ต้องการ ดังที่ ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2528) ได้กล่าวไว้ว่าเป็นที่ยอมรับกันว่าวิทยาศาสตร์ เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆในธรรมชาติ และยอมรับกันด้วยว่าวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นศาสตร์ที่มนุษย์สร้างขึ้นมาซึ่งมีเนื้อหาสาระ (Content) ทั้งที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledeg) และกระบวนการที่มนุษย์ได้ใช้ในการแสวงหาความรู้

นั้น (Process of Inquiry) และดูจะเป็นปัญหาตลอดมาในเรื่องการหารูปแบบที่เหมาะสมกับการเรียนการสอน ทั้งเนื้อหาสาระและส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้

นอกจากนั้น มังกร ทองสุขดี (2521) ได้เสนอถึงการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา พอสรุปได้ว่า การสอนควรใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method) หรือแบบค้นพบ (Discovery Method) รวมทั้งการเรียนตามความสามารถเฉพาะของผู้เรียนด้วย เพราะเป็นที่ยอมรับว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่จะช่วยสร้างเสริมพฤติกรรมให้แก่นักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี ซึ่งวิธีการเรียนการสอนดังกล่าว ทั้งครูและนักเรียนจำเป็นต้องเปลี่ยนบทบาทไปจากเดิม โดยครูต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมออกมาให้มากที่สุด รวมทั้งลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523) ก็ได้เสนอถึงลักษณะของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์พอสรุปได้ดังนี้คือ

1. การกำหนดจุดประสงค์การสอน จะกำหนดเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้เรียน

2. การสอนจะมุ่งพัฒนาความคิดของผู้เรียนมากกว่าการให้จดจำเนื้อหา

3. การสอนแนวใหม่ จะมองวิทยาศาสตร์เป็นทั้งตัวความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนเป็นฝ่ายกระทำเอง โดยครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำ และจะเน้นการให้นักเรียนได้รู้โดยผ่านกระบวนการวิทยาศาสตร์ให้มากที่สุด

5. การทำการทดลองจะไม่แยกจากการเรียนภาคทฤษฎี การเรียนการสอนจะเป็นไปในลักษณะผสมผสานกัน กิจกรรมการทดลองไม่กำหนดตายตัว (Instructured Activities) โดยให้นักเรียนมีส่วนกำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง ทำการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

6. การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์ ยึดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลักเพื่อให้สามารถวัดและประเมินผลได้อย่างเที่ยงตรง คลอบคลุมสมรรถภาพทุกด้านของผู้เรียนและสามารถนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนได้อย่างดี

นอกจากนี้ ยุพา ตันติเจริญ (2531) ก็ได้กล่าวเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

วิชาวิทยาศาสตร์นอกจากจะเสนอเนื้อหาแล้ว ยังมีขั้นตอนการเรียนการสอนที่เน้นลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนจะต้องลงมือทำการทดลอง อภิปราย และหาข้อสรุป ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเนื้อหา และแนวคิดในเรื่องที่เรียนควบคู่ไปกับการได้ฝึกทักษะต่างๆ อาทิ ทักษะการสังเกต การคิดคำนวณ การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การตีความหมาย ข้อมูล และลงข้อสรุป เป็นต้น เพื่อเป็นการปลูกฝังการคิดอย่างมีเหตุผลให้กับนักเรียน และเป็นการฝึกให้นักเรียนได้รู้จักเชื่อมโยงแนวความคิดกับการปฏิบัติได้อย่างสอดคล้องกับความเป็นจริง

กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ดังกล่าวจะประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด ความสำคัญควรอยู่ที่ตัวผู้เรียนและตัวครูผู้สอน ซึ่งเป็นผู้ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ซึ่ง ผดุงยศ ดวงมาลา (2523) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่า กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีความซับซ้อนและรายละเอียดเป็นลำดับขั้นตอนมากมาย ประกอบด้วยองค์ประกอบ (Parts) และหน้าที่ (Function) ซึ่งต่างก็สัมพันธ์กัน องค์ประกอบและหน้าที่ต่างๆ เหล่านั้นต้องดำเนินการไปอย่างประสานสัมพันธ์กัน การเรียนการสอนจึงจะบรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงจากสมัยเดิมไปอย่างมากมาย ในแง่ของวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมาย การเปลี่ยนหลักสูตร ตลอดจนถึงกระบวนการเรียนการสอนตามข้อเสนอในรายงานของยูเนสโก (UNESCO 1979) ซึ่งกล่าวไว้ว่า ควรมีการเปลี่ยนแปลงบทบาทของครูผู้ถ่ายทอดความรู้ เป็นผู้แก้ปัญหา และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตัวผู้เรียน จากผู้ควบคุมอำนาจ เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน จากการเป็นศูนย์กลางกลายเป็นส่วนหนึ่งของสังคมห้องเรียน ทางด้านเนื้อหาก็เปลี่ยนจากเนื้อหาที่ครูถ่ายทอดมาเป็นกิจกรรมการเรียนใหม่ๆ จากการยึดเนื้อหา เป็นการฝึกประสบการณ์ทำงานที่เกี่ยวกับเนื้อหา ด้านวิธีการสอนก็เปลี่ยนจากครูเป็นศูนย์กลางกลายเป็นนักเรียนเป็นศูนย์กลางจากการท่องจำเนื้อหา เป็นการแก้ปัญหาและการทำความเข้าใจ จากการพูดและใช้ชอล์กเป็นการทำกิจกรรมต่างๆ ของผู้เรียน จากการสาธิตของครู เป็นนักเรียนลงมือปฏิบัติเอง ด้านอุปกรณ์การสอนก็เช่นกัน จากหนังสืออย่างเดียว เป็นหนังสือและสื่อการสอนอื่นๆ ซึ่งมีการเตรียมไว้ล่วงหน้า ด้านการประเมินผลเปลี่ยนจากการตัดสินได้ตก เป็นการวัดผลแบบต่อเนื่อง และมีการสอบแก้ตัว จากการวัดการลอกเลียนความรู้จากครู เป็นวัดความก้าวหน้าของผู้เรียน จากการตัดสินโดยใช้คะแนนอย่างเดียว เป็นการใช้ความคิดเห็นช่วยตัดสินใจด้วย เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมหรือกระบวนการที่ครูวิทยาศาสตร์เป็นผู้จัดกระทำเพื่อให้นักเรียน เกิดการเรียนรู้ได้ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ซึ่งภาระกิจที่สำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็นด้านต่างๆ ที่สำคัญ 7 ด้านคือ การเตรียมการสอน การดำเนินการสอน การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การใช้สื่อและอุปกรณ์การสอน การวัดและประเมินผล การจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียน และการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร โดยมีรายละเอียดในแต่ละด้านดังนี้

การเตรียมการสอน

การเตรียมการสอน เป็นการวางโครงการของครูเพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และตรงตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ดังที่ บุญช่วย จันทร์พรหมมา (2524) ได้กำหนดหลักเกณฑ์ในการเตรียมการเรียนการสอนไว้สรุปได้ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ก่อนสอนให้สอดคล้องกับหลักสูตร โดยมีทั้งแบบที่กำหนดไว้กว้างๆ และแบบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. การประเมินความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนสอน เพื่อจะได้นำความรู้ใหม่หรือสิ่งที่จะเรียนนั้นประสมประสานกับความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน

3. การเตรียมกระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

กระทรวงศึกษาธการ (2525) ได้เสนอลักษณะของการเตรียมการเรียนการสอนไว้ 2 ประการ คือ

1. การเตรียมตัวของครูผู้สอน ประกอบด้วย

1.1 การเตรียมตัวในระยะยาว เป็นการเตรียมตัวก่อนที่จะเปิดภาคเรียน 4 เพื่อการศึกษางานทั้งหมดที่ต้องทำตลอดภาคเรียน โดยทำการศึกษาจากเอกสารต่างๆ หรือเข้ารับการอบรม

1.2 การเตรียมตัวในระยะสั้น เป็นการเตรียมตัวก่อนที่จะดำเนินการสอนในแต่ละคาบตามกำหนดการสอนและตารางสอน โดยศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับความคิดรวบยอด จุดประสงค์ เนื้อหากิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน และเวลาที่สอน เพื่อกำหนดขั้นตอนในการดำเนินการสอน

2. การบันทึกการสอน เป็นการบันทึกลำดับขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอน เพื่อเป็นการเตือนความจำของครูให้ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับขั้นที่ได้กำหนดไว้

ดังนั้นพอสรุปได้ว่า การเตรียมการสอนเป็นการเตรียมความพร้อมของครูเพราะทำให้ครูได้เตรียม เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน วิธีสอน สื่อการเรียนการสอน และเตรียมเครื่องมือวัดและประเมินผลได้เหมาะสม นอกจากนี้ บุญช่วย จันทร์พรหมมา (2524) ยังได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเตรียมการเรียนการสอนพอสรุปได้ว่า การเตรียมการเรียนการสอนช่วยทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพราะครูได้คำนึงถึงความมุ่งหมายของบทเรียน หาวิธีที่จะทำให้บทเรียนง่ายขึ้นด้วยการใช้อุปกรณ์การสอน และการจัดกิจกรรมที่เหมาะสม ทำให้การสอนของครูเป็นระเบียบ เนื้อหาวิชาต่อเนื่องสัมพันธ์กัน และเป็นที่น่าสนใจมากยิ่งขึ้น เป็นผลทำให้นักเรียนเกิดความเลื่อมใสศรัทธาในการสอนของครู

การดำเนินการสอน

การดำเนินการสอน เป็นการจัดกิจกรรมการสอนต่างๆ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและฝึกฝนทักษะต่างๆ ตลอดจนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเนื่องจากจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียน คิดเป็นทำเป็น และสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้ด้วยตนเอง โดย

ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นมาก

วิลเลียม ดี โรเมย์ (William D.Romey 1968) กล่าวไว้สรุปได้ว่าในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ควรที่จะใช้วิธีสอนแบบเดียวตลอดไป เพราะนักเรียนแต่ละคนมีแบบของการเรียนรู้ (Style of Learning) แตกต่างกัน ซึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรจะประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้คือ

1. การทำกิจกรรม เป็นต้นว่า การทดลองในห้องปฏิบัติการ การทำแบบฝึกหัด การสาธิตโดยนักเรียนการเขียนรายงาน การทำงานเป็นหมู่คณะ การแก้ปัญหาด้วยตนเองหรือหมู่คณะ การกระทำอย่างอื่นที่ครูเป็นแต่เพียงผู้แนะแนวทาง

2. การอภิปราย ซึ่งอาจเป็นการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน หรือนักเรียนกับนักเรียน

3. การให้ข้อมูล ซึ่งอาจจะเป็นการบรรยายของครู การสาธิตโดยครู การใช้อุปกรณ์การสอนของครู หรือการบรรยายของวิทยากร

จะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ได้เน้นที่ตัวเนื้อหาอย่างเดียว แต่ความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ก็มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน ดังที่ นิพนธ์ จิตต์ภักดี (2530) กล่าวไว้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์มิใช่แต่เพียงการบรรจุรายการ ข้อเท็จจริงต่างๆ ลงไปในสมองของผู้เรียนเท่านั้น สิ่งที่จำเป็นในการเรียนวิทยาศาสตร์ ก็คือ ความเข้าใจในข้อสรุปหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในการใช้เครื่องมือ ทักษะการเก็บรวบรวมข้อมูล ทักษะในการคิดอย่างมีเหตุผลตลอดจนทักษะในการแก้ปัญหาโดยวิธีทางวิทยาศาสตร์ และการปลูกฝังทัศนคติความสนใจ และความซาบซึ้งต่อวิชาวิทยาศาสตร์ดังนั้น วิธีสอนที่เหมาะสม คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ซึ่งมีลักษณะคือ

1. เน้นที่กระบวนการ (Process) ของการค้นคว้าหาความรู้ โดยวิธีวิทยาศาสตร์

2. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

3. นักเรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำได้แก้ปัญหาเอง มีทักษะในการใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เสนอแนะแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่าควรจะใช้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่ง ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2528) ได้กล่าวถึงการสอบแบบนี้ว่า ในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อที่จะให้นักเรียนเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ ครูจะต้องคำนึงถึงการจัดลำดับความต่อเนื่อง ของเนื้อหาสาระไม่เฉพาะของเนื้อหาสาระที่เป็นตัวความรู้เท่านั้น แต่ยังต้องให้ความสำคัญต่อการจัดลำดับความต่อเนื่องของกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วย ถ้ามองในแง่ของการฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้อาจกล่าวไว้ว่า ตัวความรู้เป็นเพียงพาหนะที่นักเรียนผ่านแต่ละขั้นของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยที่

นักเรียนอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือเพื่อไปสู่ความรู้ใหม่

กิจกรรมในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดนั้นประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญ 2 อย่าง คือ การทดลองและการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียนโดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion)

2. การทดลอง (Experiment)

3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion)

ซึ่งก็สอดคล้องกับการอภิปรายของ ประวิตร ชูศิลป์ (2524) ที่ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนเนื้อหาที่มีกิจกรรมการทดลองว่า มีอยู่ 3 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้ คือ

ตอนที่ 1 การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion) ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยอยากรู้อยากเห็น และแนะแนวทางในการสืบเสาะหาคำตอบตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆ ในการทดลองแก่นักเรียน

ตอนที่ 2 การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) ครูต้องคอยดูแลให้คำแนะนำแก่นักเรียนอย่างใกล้ชิด

ตอนที่ 3 การอภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion) ครูให้คำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปและอภิปรายข้อผิดพลาดของการทดลองได้ด้วยตนเอง

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2518) ได้กล่าวถึงบทบาทครูในการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้กิจกรรมการทดลอง พอสรุปได้ดังนี้ คือ

1. ครูต้องเตรียมวางแนวกิจกรรมและคำถามให้รอบคอบ จัดหาวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อมและอยู่ในสภาพที่ใช้การได้

2. ครูต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้และเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหาและตอบคำถามต่างๆ ด้วยตนเอง

3. ครูต้องพยายามกระตุ้นความคิดของนักเรียนโดยการใช้คำถามและให้เวลาแก่นักเรียนได้คิดก่อนที่จะตอบ

4. ครูต้องพยายามให้นักเรียนสรุปความคิดเห็น หรือสรุปการทดลองอย่างมีเหตุผลได้ด้วยตนเอง

5. ครูควรใช้วิธีการหลายๆ แบบเพื่อเร้าความสนใจของนักเรียน

6. ครูไม่จำเป็นต้องตอบคำถามของนักเรียนได้หมด แต่ควรจะสามารถแนะนำแหล่งค้นคว้าให้แก่นักเรียนได้

นอกจากนี้ แมสซิลาส (Massilas,B.G. 1969) ยังได้กล่าวถึงบทบาทของครูที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ พอสรุปได้ดังนี้

1. ครูเป็นผู้วางแผนกิจกรรม จัดเตรียมอุปกรณ์ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้เป็นเครื่องมือรวบรวมข้อมูล สร้างความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของตนเอง

2. ครูให้คำแนะนำ เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้อุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้เพื่อเป็นแนวทางที่จะใช้ได้ถูกต้องเหมาะสม สำหรับเป็นพื้นฐานในการค้นคว้า

3. ครูตั้งคำถามและส่งเสริมการตั้งคำถาม ครูควรจะมีเจตคติที่ดีต่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การตอบคำถามของครูต่อนักเรียน ไม่ควรเป็นคำตอบที่สมบูรณ์ และครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งคำถามให้เหมาะสมกับปัญหา

4. ครูควรให้รางวัล ยกย่อง ชมเชย แนะนำเมื่อนักเรียนแสดงความสามารถทางด้านจินตนาการ แสดงความคิดสร้างสรรค์และให้ความร่วมมือ

ทวีศักดิ์ ไชยมาโย (2535) ได้อธิบายความหมายของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีที่มุ่งส่งเสริมผู้เรียน ให้รู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ ค้นคิดวิธีแก้ปัญหาโดยใช้การทดลอง และการอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน เป็นวิธีที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น โดยที่ทวีศักดิ์ ไชยมาโย ได้แบ่งขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นสังเกต (Observation) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะการสังเกต การวิเคราะห์เพื่อหารายละเอียดของข้อมูล และผู้เรียนทำบันทึกข้อมูลจากการสังเกต

2. ขั้นอภิปราย (Explaination) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนหาคำอธิบายหรือหาสาเหตุของปัญหาที่ได้จากการสังเกต

3. ขั้นพยากรณ์และทดสอบ (Prediction) เป็นการนำเอาสมมติฐานหรือทฤษฎีที่ตั้งไว้ในขั้นอภิบาย มาทดสอบดูว่าถูกต้องหรือไม่

4. ขั้นควบคุมและคิดสร้างสรรค์ (Control and Creativity) เป็นขั้นที่ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆ

เพราะฉะนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะส่งเสริมความสำเร็จให้กับนักเรียนนั้น ครูจะต้องมีกลวิธีในการดำเนินการสอนให้เหมาะสม และให้นักเรียนได้เป็นผู้สืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง แต่วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ไม่มีวิธีสอนใดที่จะทำให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จสมบูรณ์ ได้โดยวิธีสอนเดียว ควรจะใช้หลากหลายวิธีในการจัดการเรียนการอสอนเพื่อให้เหมาะสม ในแต่ละเนื้อหาของบทเรียน ผู้วิจัยจึงนำเสนอเฉพาะวิธีที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้ คือ

1. การสอนแบบบรรยาย

แอนเดอร์เซน และ คูทนิค (Andersen and Koutnid 1972 อ้างถึงในภพ เลาหไพบูลย์ 2534) ได้กล่าวถึงการสอนแบบบรรยายว่าเป็นวิธีสอนที่ครูต้องการถ่ายทอดความรู้จำนวนมากให้แก่ผู้เรียนโดยตรงโดยการบรรยาย ครูเป็นผู้เตรียมการบรรยายโดยการเรียงลำดับหัวข้อเนื้อหาให้เหมาะสม ครูมีความรู้สึกว่าการเตรียมการบรรยายทำได้ไม่ยาก ครูมีความเชื่อว่านักเรียนสามารถรับความรู้ต่างๆ ที่ครูบรรยายได้ ทั้งนี้ครูผู้บรรยายต้องมีวิธีการสอนแบบบรรยายที่ดี อย่างไรก็ตามผู้บรรยายมักจะไม่สามารถบรรยายเนื้อหาวิชาให้นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจได้นักเรียนหลายคนไม่สามารถรับรู้ จัดลำดับบันทึกไว้ และระลึกถึงเนื้อหาวิชาต่างๆ ที่ครูสอนโดยการบรรยายได้ ซึ่งทำให้ความคาดหวังของครูผู้บรรยาย ที่คาดว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้ไม่จริง

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531) ได้กล่าวว่าการสอนแบบบรรยายเป็นการสอนที่ครูเป็นฝ่ายเสนอเรื่องราวให้ทราบทั้งหมด นักเรียนเป็นฝ่ายรับฟังและคอยจดตาม การสอนแบบนี้ยึดครูเป็นจุดศูนย์กลางในการเรียนการสอน ได้เนื้อหามากกว่าวิธีใดๆ และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด วิธีการสอนแบบบรรยาย สามารถจัดได้หลายรูปแบบดังต่อไปนี้

1. การบรรยายโดยมีอุปกรณ์การสอนประกอบ เช่น รูปภาพ ภาพยนตร์ เป็นต้น
2. การบรรยายโดยการยกตัวอย่างเป็นกรณีหรือนำตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมาประกอบ
3. การบรรยายโดยการอ่านจากหนังสือประกอบ
4. การบรรยายโดยการสาธิตประกอบ
5. การบรรยายโดยวิทยากรหรือผู้เรียน
6. การบรรยายโดยการฝึกโอกาสให้ผู้เรียนซักถามหรืออภิปราย แสดงความคิดเห็น

ภพ เลาหไพบูลย์ (2534) ได้กล่าวถึงการบรรยายว่า การบรรยายนั้นครูควรมีการเตรียมเป็นอย่างดี มีการวางแผนและการนำเสนอที่ดี การบรรยายเป็นวิธีการที่ดีมากที่ใช้ในการทบทวนความรู้ ขยายความเนื้อหาให้กว้างขวางออกไป พัฒนานักเรียนให้เข้าลึกซึ้ง อธิบายและกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นการบรรยายที่ครูได้คำนึงถึงความรู้และประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่แล้ว

ในการดำเนินการบรรยายนั้น อาจแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การกล่าวนำ เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะชี้นำให้นักเรียนมีความตั้งใจฟังการนำเสนอของครู ซึ่งอาจอยู่ในรูปของคำถามที่ทำให้นักเรียนสนใจและหาคำตอบได้จากการบรรยายของครู คำถามจะทำให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องที่ครูจะบรรยาย นักเรียนจะตั้งใจฟังคำบรรยายเพื่อหาคำตอบของคำถาม

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531) ได้ให้หลักการและเทคนิคของการสาธิตไว้ดังนี้คือ

1. ต้องให้มองเห็นง่าย ถ้าสิ่งสาธิตมีขนาดเล็ก ต้องขยายให้ใหญ่ด้วยโปรเจกเตอร์ต้องยกโต๊ะให้สูงพอที่คนอยู่หลังชั้นจะได้มองเห็น

2. เสียงของครูต้องดังฟังชัด ใช้เทคนิคต่างๆ ให้นักเรียนตื่นเต้นอยู่เสมอ

3. ใช้กระดานดำ แผนภูมิ และ ภาพ เพื่อเสนอหัวข้อหรือขั้นตอนสำคัญ

4. ขณะที่เด็กถาม ควรให้เพื่อนนักเรียนช่วยตอบ

5. การสาธิตต้องทำเป็นขั้นตอน ก่อนผ่านไปขั้นตอนใหม่จะต้องมีการประเมินทุกครั้งว่านักเรียนเข้าใจหรือไม่

6. การสาธิตแต่ละจุด ครูไม่ควรบอกคำตอบล่วงหน้า ครูเพียงบอกว่าจะสาธิตอะไรแล้วตั้งคำถามนักเรียน ให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523) ได้กำหนดขั้นตอนของการสาธิตไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้คือ

1. ขั้นเตรียมการสอน ได้แก่

1.1 ครูศึกษาเนื้อหาอย่างละเอียด

1.2 ตั้งจุดประสงค์ของการสาธิตทุกครั้ง

1.3 ทดลองสาธิตก่อนจะสาธิตจริง

1.4 เตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะใช้ในการสาธิตให้พร้อม

1.5 จัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับการสาธิต โดยคำนึงถึงว่านักเรียนทุกคนต้องมองเห็น

2. ขั้นสาธิต

2.1 ครูอธิบายเพื่อให้ทราบถึงเรื่องที่จะสาธิตให้ฟังอย่างคร่าวๆ

2.2 เขียนหัวข้อเรื่องและเค้าโครงเรื่อง ที่จะสาธิตบนกระดานเป็นลำดับขั้นตอน

2.3 ครูแนะนำอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะใช้ในการสาธิต

2.4 แสดงการสาธิตที่ละขั้นช้าๆ เพื่อให้นักเรียนตามทัน

2.5 สังเกตกิริยาท่าทางของนักเรียนว่าตั้งใจและสนใจการสาธิตเพียงใด

2.6 อธิบายประกอบการสาธิตช้าๆ และควรจะเร้าให้เกิดบรรยายกาศชวนติดตามอยู่เสมอ

3. ขั้นสรุป

3.1 เมื่อจบการสาธิตแล้วให้นักเรียนสรุปเป็นลำดับขั้น

3.2 ให้นักเรียนร่วมอภิปราย หรือสนทนาถึงการสาธิตที่ผ่านไปแล้วเพื่อย้ำความเข้าใจอีกครั้ง

4. ขั้นการวัดผล

4.1 ให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งแสดงการสาธิตให้เพื่อนดูอีกครั้ง ถ้ามีเวลา

4.2 ตอบแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น และคาดหวังว่าคำตอบนั้นเป็นพฤติกรรมที่จะบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

4.3 ครูซักถามปัญหาต่างๆ ให้นักเรียนตอบปากเปล่า

2. ตัวเนื้อเรื่อง เป็นขั้นตอนที่จะนำเสนอแนวคิดหรือความคิดรวบยอดของเนื้อหาแก่ผู้เรียน ดังนั้น ครูจะต้องมีการวางแผนการบรรยายให้ดี เตรียมขั้นตอนการบรรยาย ให้เป็นตามลำดับ มีการยกตัวอย่างประกอบ และชี้ประเด็นต่างๆ ของการบรรยายให้ชัดเจน

3. การสรุปย่อในระหว่างนำเสนอ เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการบรรยาย ครูควรสรุปย่อสิ่งที่ครูนำเสนอในการบรรยายเป็นช่วงๆ เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนได้เข้าใจประเด็นที่สำคัญในการ บรรยาย ครูอาจตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการใช้คำถาม การสรุปย่อเป็นช่วงๆ เป็นการช่วยให้นักเรียนมีความรู้ที่ถูกต้อง สามารถฟังคำบรรยายในช่วงต่อไปได้

4. การสรุปการบรรยาย เป็นขั้นตอนที่กล่าวย้ำประเด็นสำคัญ และสามารถถามคำถามเพิ่มเติม เพื่อเป็นการปูทางไปสู่การบรรยายคราวต่อไป หรือการทำกิจกรรมอื่นต่อไป

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531) ได้กล่าวว่า วิธีการสอนแบบบรรยาย จะมีคุณค่าและประโยชน์แก่ผู้เรียน ถ้าผู้สอนได้คำนึงถึงเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. เมื่อต้องการเสนอข้อมูลธรรมดา ให้แก่ผู้เรียน
2. เมื่อต้องการเสนอเนื้อหาสาระของบทเรียน โดยมีเวลาจำกัด
3. เมื่อต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ หรือมีมโนมติพื้นฐานบางอย่างเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน
4. เมื่อต้องการขึ้นบทเรียนใหม่ และผู้เรียนจำต้องได้รับข้อมูลใหม่บางประการ
5. เมื่อต้องการดึงความสนใจของผู้เรียน
6. เมื่อต้องการสรุปสิ่งที่ได้เรียนหรือได้ค้นคว้ามาทั้งหมด

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดพอสรุปได้ว่า การบรรยายยังเป็นวิธีการสอนที่มีความจำเป็นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาตร์ แต่ครูผู้สอนจะต้องมีความสามารถในการเป็นผู้บรรยายที่ดี มีการจัดเรียงลำดับขั้นตอนของการบรรยายให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน มีการใช้สื่อและวิธีการอื่นๆ ประกอบการบรรยายให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้ซักถามหรือแสดงความคิดเห็นในการบรรยาย ใช้การจัดการบรรยายในหลายๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้ซ้ำซากจำเจ ก็จะเป็นการสอนที่จะทำให้นักเรียนได้รับความรู้และประสบการณ์ที่ดีอีกวิธีหนึ่ง

2. การสอนโดยการสาธิต

คุสแลน และ สโตน (Kuslan and Stone 1969 อ้างถึงใน ภพ เลาหไพบูลย์ 2531) ได้กล่าวถึงการสาธิตว่า เป็นการจัดแสดงประสบการณ์ การกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งหน้าชั้น โดยครู นักเรียนคนใดคนหนึ่ง หรือกลุ่มนักเรียนก็ได้ อาจเป็นการทดลองซึ่งให้ผลการทดลองที่ไม่ทราบมาก่อน หรืออาจเป็นเพียงการทดสอบยืนยัน หรืออธิบายสิ่งที่ได้ทราบมาแล้ว

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสาธิตไว้ว่า

1. การสาธิตใดๆ ไม่ควรให้นานเกินไป

2. อย่าทำการสาธิตเร็วเกินไป จนผู้เรียนติดตามหรือจับประเด็นความสำคัญไม่ได้

3. อย่านำประเด็นหรือจุดสำคัญๆ ของบทเรียนมารวมอยู่ในการสาธิต เพราะผู้เรียนจะเข้าใจว่าการสาธิตนั้นมุ่งเน้นอะไร

4. อย่าทำให้ความสนใจของการสาธิตหมดไป ด้วยวิธีการอธิบายที่ยืดยาว ทำให้การสาธิตไม่ต่อเนื่อง

5. อย่าใช้ภาษาหรือคำศัพท์ยากๆ มาอธิบายการสาธิต เพราะจะทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจเลยทำให้ไม่เข้าใจการสาธิตด้วย

6. อย่าทำการสาธิตในลักษณะที่ลองผิดลองถูก จะต้องทำให้ถูกต้องที่สุด มิฉะนั้น ผู้เรียนอาจจะจำสิ่งที่ผิดไปโดยไม่รู้ตัว

ที่กล่าวมาทั้งหมดนั้นพอจะสรุปได้ว่า การสอนโดยวิธีการสาธิต เป็นการเน้นการแสดงบางสิ่งบางอย่างให้นักเรียนดูตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ อาจเป็นการแสดงการใช้เครื่องมือ กระบวนการ วิธีการ กลวิธี หรือการทดลองที่มีอันตราย ซึ่งไม่เหมาะที่จะให้นักเรียนทำ และสรุปขั้นตอนในการสาธิตได้ 4 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นเตรียมการ
2. ขั้นดำเนินการ
3. ขั้นสรุปและอภิปรายผล
4. ขั้นวัดและประเมินผล

3. การสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง

ภพ เลาหไพบูลย์ (2534) ได้กล่าวถึงการสอนโดยวิธีปฏิบัติทดลองว่า เป็นการสอนเพื่อจัดประสบการณ์ในการทดลองและการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ในการทำงานตามขั้นตอนของกระบวนการวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถประเมินผลการทดลองของตนเองได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531) ได้ให้ความหมายของการปฏิบัติการทดลองว่า เป็นการสำรวจค้นหาสิ่งที่เราไม่รู้มาก่อน ด้วยการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ที่สุด การสำรวจค้นหามโนมติของสิ่งต่างๆ หลักการ กฎ ทฤษฎี หรือ โมเดล วิทยาศาสตร์ วิธีค้นหานั้น อาจจะเป็นการตั้งสมมติฐาน หรือ อาจจะไม่มีสมมติฐานก็ได้ ซึ่งได้เสนอแนะลำดับขั้นตอนวิธีปฏิบัติการทดลองไว้ดังนี้ คือ

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
2. ขั้นสอนหรือขั้นสร้างความรู้
   - ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง
   - ขั้นปฏิบัติการทดลอง
   - ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง
3. ขั้นเสริมความรู้ความเข้าใจและนำไปใช้
4. ขั้นวัดและประเมินผลการเรียนรู้

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลองไว้ว่า

1. ครูเตรียมแผนการทดลองด้วยความระมัดระวัง
2. เด็กต้องรู้ถึงจุดมุ่งหมายของการทดลองแต่ละครั้งเสมอ
3. ก่อนจะนำกิจกรรมทดลองใดๆ มาเสนอแนะให้กับนักเรียน ครูจะต้องมีประสบการณ์ในเรื่องนั้นมาเป็นอย่างดีพอ
4. ต้องเป็นการทดลองที่เร่งเร้าให้เด็กเกิดความคิดและความประหลาดใจจนถึงขั้นนำไปสู่การแก้ปัญหาในที่สุด
5. ครูเปิดโอกาสให้เด็กทำการทดลองด้วยตนเองให้มากที่สุด
6. ปล่อยให้เด็กคิดและทำกิจกรรมอย่างอิสระ
7. ต้องฝึกให้เด็กรู้จักจดบันทึกและสรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง
8. ครูต้องเน้นให้เด็กเข้าใจ และเห็นความสำคัญของการสังเกตอยู่เสมอ
9. ให้มีการทดลองเปรียบเทียบการทดลองอยู่เสมอ
10. ใช้อุปกรณ์ทดลองแบบง่ายๆ

สรุปได้ว่า การสอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลอง เป็นวิธีสอนให้นักเรียนมีโอกาสทำกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง เพื่อที่จะให้นักเรียนได้มีความเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นกิจกรรมจริง กฎ หลักการหรือทฤษฎีได้ถูกต้อง เป็นการทดลองเพื่อทดสอบหรือยืนยันสิ่งที่ทราบคำตอบแล้ว และเป็นการปฏิบัติการเพื่อเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ เป็นการเน้นให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองหรือคิดคำตอบได้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาตร์

4. การสอนแบบสืบสวนสอบสวน

สมสุข ธีระพิจิตร (2526) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไว้ว่าเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง เริ่มต้นจากการที่นักเรียนมีข้อสงสัยในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และพยายามที่จะหาคำตอบหรือแก้ข้อสงสัยเหล่านี้ โดยอาจจะเริ่มสำรวจหาข้อมูลต่างๆ มาประกอบพิจารณา โดยการไต่ถามหรือสอบสวนหาสาเหตุต่างๆ เช่น พยายามตั้งคำถามหลายแง่หลายมุม ซึ่งสอดคล้องกับเรื่องนั้นๆ โดยตรงหรือทำการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบปัญหา หรือข้อสงสัย ซึ่งสอดคล้องกับ ภพ เลาหไพบูลย์ (2534) ที่บอกว่าเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา โดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วยและนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวางแผนการเรียน

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไว้ ดังนี้ คือ

1. ขั้นนำเข้าสู่ปัญหาและตั้งสมมติฐาน (Orientation and Hypothesis) ปัญหาคือสิ่งที่จะต้องศึกษาเพื่อให้ได้คำตอบ เป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องจัดสถานการณ์กิจกรรม หรือเงื่อนไขที่จะทำให้เกิดปัญหาข้อข้องใจขึ้นในตัวผู้เรียน ซึ่งจะเป็นขั้นนำให้ผู้เรียนได้สืบเสาะต่อไปว่า อะไรคือที่มาของปัญหา หรือปัญหานั้นจะอธิบายได้อย่างไร ในขั้นนี้ต้องให้ผู้เรียนคิดพิจารณาหรือใช้ทักษะการสังเกตพิจารณาสภาพของปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักตั้งสมมติฐาน เพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาในเบื้องต้น

2. ขั้นสำรวจ ค้นคว้าหรือปฏิบัติการ (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องค้นหาเหตุผลข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนอาจต้องใช้วิธีการหลายๆ วิธี รวมทั้งสอบถามจากครูผู้สอนด้วย ครูต้องไม่ตอบปัญหา โดยการบอกหรือบรรยายให้ฟัง พยายามให้นักเรียนใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุด

3. ขั้นตอนอภิปรายและสรุปผล (Discussion and Conclusion) เมื่อรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจ ค้นคว้าหรือปฏิบัติการได้แล้ว ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายถึงผลที่ได้เพื่อโยงไปสู่สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นจริงมากน้อยเพียงใด หากสมมติฐานนับเป็นจริงก็ให้สรุปเป็นหลักการต่อไป

4. ขั้นนำไปใช้ (Application) เมื่อสรุปเป็นมโนมติหรือหลักการต่างๆ ได้แล้ว ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดว่า สิ่งที่ผู้เรียนสืบเสาะได้นั้นจะนำไปใช้ได้อย่างไร หรือจะนำไปสังเคราะห์กับความรู้อื่นๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ให้เป็นโครงสร้างของความรู้ใหม่ได้อย่างไร

คาริน และ ซันด์ (Carin and Sund 1975) ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไว้ดังนี้คือ

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. ออกแบบการทดลอง
4. ทดสอบสมมติฐานโดยการทดลอง
5. ได้ข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ

นิดา สะเพียรชัย และคณะ (2525) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการสอบแบบสืบสวนสอบสวนในทำนองเดียวกันว่า ควรจะมีขั้นตอนดังนี้คือ

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน
2. ใช้คำถามในการอภิปราย เพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหา
3. ใช้คำถามในการนำเข้าสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์
4. ดำเนินการสอน และ บันทึกผลการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐาน
5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

ชาญชัย ศรีไสยเพชร (2525) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่นักเรียนที่จะได้รับจากการเรียนโดยวิธีสืบสวนสอบสวน ว่า

1. ให้นักเรียนได้ใช้ความคิด และสติปัญญาของตนเองอย่างอิสระ
2. ทำให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเองกล้าแสดงออกและกล้าแสดงความคิดเห็น
3. ในขณะที่ทำการค้นคว้าหรือทดลองหาคำตอบนั้น ก็ได้รับความรู้อย่างอื่นด้วย
4. ทำให้เป็นคนละเอียดถี่ถ้วน ช่างสังเกต มีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่ายๆ

พอสรุปได้ว่า การสอนโดยวิธีสืบสวนสอบสวนนั้นเป็นกระบวนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้รู้จักวิธีการและทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาหรือข้อสงสังต่างๆ ด้วยตนเอง โดยที่ครูเป็นเพียงผู้แนะนำกับให้การศึกษาค้นคว้านั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน ซึ่งจะเริ่มต้นจากการที่ครูสร้างสถานการณ์หรือปัญหาให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย และคิดหาวิธีที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาโดยการตั้งสมมติฐานวางแผน และออกแบบการทดลอง ทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปเป็นหลักการแก้ปัญหาต่อไป

5. การสอนแบบค้นพบ

คารินและซันด์ (Carin and Sund 1975) ได้กล่าวถึง การค้นพบ (Discovory) และการสืบสวน (Inquiry) ว่านักการศึกษาจำนวนมากใช้คำสองคำนี้ในความหมายเดียวกัน แต่นักการศึกษาจำนวนมากใช้ในความหมายที่แตกต่างกัน ซึ่งคารินและซันด์ ได้ให้ความหมายของการค้นพบว่า การค้นพบจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้ใช้กระบวนการคิดอย่างมาก ในการที่จะสร้างหรือค้นพบนโมมติหรือหลักการบางอย่างกระบวนการที่ใช้ความรู้ความคิดในการค้นพบ เช่น การสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การพยากรณ์ การอธิบาย การลงความคิดเห็น เป็นต้น

สมสุข ธีระพิจิตร (2526) ได้กล่าวถึงการสอนแบบค้นพบและการสอนแบบสืบสวนสอบสวนว่า การสอนแบบค้นพบเป็นวิธีสอนที่แตกต่างจากการสอนแบบสืบสวนสอบสวน โดยข้อแตกต่างของการสอนนั้นอยู่ที่บทบาทของครู ซึ่งจะมีบทบาทมากน้อยต่างกัน สำหรับการสอนแบบค้นพบครูจะเตรียมคำถาม หรือแนะนำเพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนด้วนตนเองให้ดีที่สุดและจะต้องหาวิธีการต่างๆ มาจูงใจให้นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียน หลังจากนั้นครูจะเป็นเพียงผู้ช่วยในการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ส่วนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น ครูจะต้องมีการเตรียมตัวทั้งก่อนที่จะลงมือสอน ขณะที่ทำการสอน และหลังจากดำเนินการสอน ทั้งนี้ เพื่อที่จะได้ทำหน้าที่แนะนำในการดำเนินการทดลองตั้งแต่เริ่มต้น จนกระทั่งจบกระบวนการได้อย่างเต็มที่

เดอร์ เซกโกและครอฟอร์ด (De Cecco & Crowford 1974) ได้ให้หลักการของการค้นพบว่า หมายถึง สถานการณ์ของการสอน ซึ่งนักเรียนได้บรรลุจุดประสงค์ของการสอน โดยที่ครูไม่ได้ชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้เลย หรือมีการชี้แนะแนวทางข้างแต่อยู่ในขอบเขตที่จำกัด มีการเรียนรู้แบบการค้นพบหรือไม่ อยู่ที่ปริมาณของการชี้แนวทางของครูแก่นักเรียนในการเรียนรู้ โดยอาศัยเกณฑ์ของวิตทอร์ช (Wittorch) ในการแบ่งวิธีสอนตามปริมาณของการแนะแนวทางออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. ครูให้หลักการและวิธีทำ สภาพการสอนแบบนี้เรียกว่า การสอนแบบบอกความรู้
2. ครูให้หลักการซึ่งสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ แต่ไม่ให้วิธีทำ
3. ครูไม่ให้หลักการ แต่ให้วิธีทำ
4. ครูไม่ให้หลักการ ซึ่งจะนำไปใช้แก้ปัญหาและไม่บอกวิธีทำ สภาพการสอนแบบนี้เรียกว่าการค้นพบแบบไม่แนะแนวทาง

โดยอาศัยหลักการของ วิตทอร์ช (Wittorch) ก็จะสามารถแบ่งการสอนแบบค้นพบออกเป็น 2 ประเภทคือ การค้นพบแบบจำกัดการแนะแนวทาง (Guided Discovory) และการค้นพบแบบไม่แนะแนวทาง (Unguiede Discovory) ซึ่ง สุวัฒก์ นิยมค้า (2531) ได้ให้หลักการสอนของการค้นพบ

แบบไม่แนะแนวทางไว้ 5 ประการ คือ

1. ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาได้
2. ครูไม่ชี้แนะแนวทางใดๆ ในการแก้ปัญหาให้เลย
3. นักเรียนเป็นผู้คิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาเองทั้งสิ้น
4. นักเรียนเป็นผู้ทำการแก้ปัญหาเอง
5. นักเรียนเป็นผู้ทำการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และหาข้อสรุปปจากข้อมูล ซึ่งจะเป็นคำตอบของปัญหาด้วยตัวเอง

ส่วนการค้นพบแบบจำกัดแนะแนวทางนั้น รอมมี (Rommy 1968) ได้กำหนดขั้นตอนไว้ดังนี้ คือ

1. ตั้งปัญหา
2. แนะนำวิธีรวบรวมข้อมูล
3. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามวิธีการที่แนะนำไว้แล้ว
4. ถ้าเป็นไปได้ให้นักเรียนจัดกระทำข้อมูลแสดงเป็นตารางกราฟ
5. ให้นักเรียนตอบคำถามต่างๆ โดยใช้ฐานจากข้อมูล
6. ให้นักเรียนลงข้อสรุปจากข้อมูลของเขา และนำเสนออภิปรายหน้าชั้น

ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้พอจะสรุปได้ว่า การสอนแบบค้นพบเป็นวิธีการที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ครูเป็นเพียงผู้ช่วยเหลือและเป็นที่ปรึกษาของนักเรียนเท่านั้น การสอนแบบค้นพบมี 2 ลักษณะ คือ การค้นพบแบบไม่แนะแนวทางและการค้นพบแบบจำกัดการแนะแนวทาง

6. การสอนโดยการอภิปราย

ภพ เลาหไพบูลย์ (2534) ได้ให้ความหมายของการอภิปรายว่า การอภิปราย หมายถึง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เป็นการพูดถึงเนื้อหาวิชาความรู้ จากความคิดเห็นในแง่มุมต่างๆ กันของนักเรียน อาจเป็นการอภิปรายในระหว่างนักเรียนนั้น นักเรียนทุกคนมีอิสระที่จะแสดงความคิดเห็นของตน ซึ่งนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้นมาก่อน ซึ่งสอดคล้องกับ ผดุงยศ ดวงมาลา (2523) ที่ได้กล่าวว่า การสอนแบบอภิปรายหมายถึงการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน นักเรียนจะต้องใช้ความคิดประกอบด้วยเหตุผล เพื่อให้ผู้ร่วมฟังเกิดความเชื่อถือ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความคิด สติปัญญา อารมณ์และสังคม

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523) ได้แบ่งขั้นตอนการสอบแบบอภิปรายออกเป็น 4 ขั้นดังนี้ คือ

1. ขั้นเตรียมการ
   1.1 กำหนดหัวข้ออภิปรายไว้ล่วงหน้า
   1.2 ให้ผู้ที่อภิปรายประชุมกลุ่มกันแบ่งงานกันค้นคว้า
   1.3 จัดห้องสำหรับอภิปราย
2. ขั้นอภิปราย
   2.1 ผู้อภิปรายเข้าประจำที่
   2.2 ผู้ดำเนินอภิปรายแนะนำผู้ร่วมอภิปราย
   2.3 ผู้ร่วมอภิปรายเริ่มอภิปรายตามลำดับ
   2.4 ผู้ดำเนินการอภิปรายสรุปข้อความ เมื่อผู้อภิปรายแต่ละคนพูดจบ
3. ขั้นการร่วมอภิปราย
   3.1 ผู้ฟังซักถามข้อสงสัยและแสดงความคิดเห็น
   3.2 ผู้ร่วมอภิปรายตอบปัญหา
4. ขั้นสรุปและประเมินผล
   4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการอภิปรายย่อๆ บนกระดาน
   4.2 สังเกตพฤติกรรมในการฟังของนักเรียน
   4.3 ครูบันทึกและสังเกตการอภิปรายของผู้อภิปราย

นอกจากนี้ ภพ เลาหไพบูลย์ (2534) ยังได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการดำเนินการสอนโดยการอภิปรายไว้ดังนี้ คือ

1. จัดที่นั่งของนักเรียนเป็นรูปครึ่งวงกลมหรือเกือกม้า เพื่อให้นักเรียนได้พูดโต้ตอบกันได้สะดวกและสามารถสังเกตเห็นสีหน้าความรู้สึกได้
2. ดำเนินการอภิปรายให้เป็นไปตามจังหวะพอดี ไม่ดำเนินการแบบเร่งรีบหรือช้าเกินไป
3. ดำเนินการอภิปรายให้เป็นไปตามหัวข้อที่กำหนด
4. กระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการอภิปราย อย่ายอมให้นักเรียน 2-3 คน พูดเกือบหมด
5. ยอมรับการแสดงความคิดเห็นที่ดีทั้งหมดของนักเรียน
6. ไม่ยอมรับการแสดงความคิดเห็นที่ไม่ตรงประเด็นด้วยความนุ่มนวล
7. กล่าวสรุปโดยย่อบ่อยครั้งหรืออนุญาตให้นักเรียนกล่าวสรุปโดยย่อเท่าที่จะเป็นได้
8. ยุติการอภิปรายเมื่อเห็นว่านักเรียนจะเริ่มไม่สนใจ

พอจะสรุปได้ว่า การสอนแบบอภิปราย หมายถึง การจัดให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นในหลายแง่หลายมุม ในความคิดและประสบการณ์ของแต่ละคน ครูจะจัดบรรยายกาศของการอภิปรายให้นักเรียนมีอิสระอย่างเต็มที่โดยที่ครูจะต้องไม่ครอบงำความคิดเห็นของนักเรียน ครูควรจะเตรียมคำถามที่จะกระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นต่างๆ ออกมา และพยายามให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการอภิปรายให้มากที่สุด

7. การสอนโครงงานวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปูรณโชติ (2531) ได้ให้ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนชนิดหนึ่ง อาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ โดยไม่จำกัดสถานที่ อาจทำเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้ เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้การแนะนำ ปรึกษาและการดูแลของครู หรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ อาจใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ช่วยในการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้การศึกษาค้นคว้าบรรลุตามวัตถุประสงค์ ซึ่งก็สอบคล้องกับแนวคิดของ ชาญชัย ศรีไสยเพชร (2525) ที่ได้กล่าวว่าเป็นการสอนที่คล้อยตามสภาพความเป็นจริงในชีวิตมุ่งให้นักเรียนได้มีโอกาส วางโครงการ และดำเนินงานให้สำเร็จตามความมุ่งหมายนั้น นักเรียนมีส่วนที่จะรับผิดชอบในการทำงานนั้นด้วยตนเอง วิธีนี้เริ่มด้วยปัญหาต่างๆแล้วดำเนินการแก้ปัญหานั้นด้วยการใช้ความคิด และลงมือกระทำจริง

ธีระชัย ปูรณโชติ (2531) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้ คือ

1. เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการศึกษาค้นคว้า หรือวิจัยเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์ภายในขอบเขตความรู้และประสบการณ์ตามระดับขั้นของตน
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรักและความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์และมีโอกาสที่จะแสดงออก
4. เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา
5. เพื่อให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
6. เพื่อพัฒนาความรับผิดชอบและความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
7. เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นอกจากนี้แล้วธีระชัย ปูรณโชติ (2531) ยังได้แบ่งลักษณะของโครงงานวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

1. โครงงานประเภทสำรวจ (Servey Research Project) คือ โครงงานที่เกี่ยวกับการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่างๆ แล้วนำข้อมูลมาจัดกระทำหรือจำแนกเป็นหมวดหมู่ แล้วนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น การสำรวจพืชหรือสัตว์บางชนิด การศึกษามลพิษในน้ำ หรือการศึกษาวงจรของแมลงบางชนิด เป็นต้น

2. โครงงานประกอบการทดลอง (Experimental Research Project) เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหา โดยการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการทราบ ขั้นตอนของโครงงาน ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง การแปลผลข้อมูลในการสรุป

3. โครงงานประเภทพัฒนาหรือการประดิษฐ์ (Developmental Research Project or Invention) เป็นโครงงานการประดิษฐ์หรือพัฒนาเครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ต่างๆ ให้ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยอาศัยความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาตร์มาประยุกต์ใช้ อาจจะเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ หรือปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์เดิมที่มีอยู่แล้วก็ได้

4. โครงงานประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย (Theoritical Research Project) เป็นโครงงานที่ผู้ทำจะต้องเสนอแนวความคิดใหม่ๆ ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีเหตุผล มีหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีสนับสนุน ผู้ทำต้องมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี และต้องศึกษาค้นคว้าเรื่องราวที่เกี่ยวข้องอย่างมาก จึงจะสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีได้

นอกจากนี้แล้ว ธีระชัย ปูรณโชติ (2531) ยังได้เสนอขั้นตอนในการโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ 5 ขั้นตอน คือ

1. การคิดและเลือกหัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา เป็นขั้นตอนที่จะให้นักเรียนคิดและเลือกหัวเรื่องเอง ส่วนใหญ่จะได้มาจากความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน ซึ่งหัวเรื่องนั้นจะต้องเหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถและความเป็นไปได้ของการศึกษา โดยคำนึงถึงความพร้อมของเครื่องมือและระยะเวลาในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

2. การวางแผนในการทำโครงงานได้แก่ การกำหนดปัญหา การกำหนดวัตถุประสงค์ การกำหนดขอบเขตของการศึกษา การศึกษาค้นคว้าเอกสารเพื่อให้เกิดความรอบรู้ในเรื่องนั้นๆ และการวางแผนวิธีดำเนินงาน

3. การลงมือทำโครงงานเป็นการปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ ซึ่งได้แก่การเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือประดิษฐ์ การปฏิบัติทดลอง การค้นคว้าเอกสารต่างๆ ฯลฯ

4. การเขียนรายงาน คือ การนำเสนอของการศึกษาค้นคว้าในรูปเอกสาร เพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบ แนวคิดหรือปัญหาที่จะศึกษา วิธีดำเนินการ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา ตลอดจนประโยชน์และข้อเสนอแนะ ซึ่งมีเค้าโครง ดังนี้ คือ

1) ชื่อโครงงาน
2) ชื่อผู้ทำโครงงาน
3) ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
4) บทคัดย่อ
5) ที่มาและความสำคัญของโครงงาน
6) วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า
7) สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)
8) วิธีดำเนินการ
9) ผลการศึกษาค้นคว้า
10) สรุปผลของการศึกษาค้นคว้า
11) ข้อเสนอแนะ
12) เอกสารอ้างอิง

5. การแสดงผลงาน เป็นการเสนอผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าให้ผู้อื่นได้รู้และเข้าใจ อาจจัดในรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดนิทรรศการ การจัดบรรยาย เป็นต้น

พอจะสรุปได้ว่า การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นการให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามความสนใจของตนเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำและให้ความช่วยเหลือ ซึ่งในการกระทำโครงงานวิทยาศาสตร์นั้น เป็นการฝึกให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาอย่างเต็มที่

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิธีสอนที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้นเป็นวิธีสอนที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แต่สิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อีกอย่างหนึ่งคือ การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาต่างๆ ดังที่ พจนา ทรัพย์สมาน (2534) ได้อธิบายไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมของความสามารถ ที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบ เป็นทักษะขั้นพื้นฐานของการทำงานเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งหมายถึงความคล่องแคล่ว ชำนิชำนาญในการแสดงพฤติกรรมดังกล่าวด้วย

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American for The Advancement of Science - AAAS 1970) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะการสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งออกได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. ทักษะการวัด (Measurement) หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4.ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/time Relationship) สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุหนึ่งที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. ทักษะการคำนวณ (Using numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจำแหล่งอื่น ๆมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยหารหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึงการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่ต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนๆ กัน

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

ก. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนดวิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ข. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ

ค. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัดและอื่นๆ

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpretting Data and Conclusion) การตีความข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกตทักษะการคำนวณ เป็นต้น ส่วนการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

พอจะสรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น จะมุ่งเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าเนื้อหา เพราะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่จะก่อให้นักเรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ และฝึกให้เป็นคนที่มีใจใฝ่รู้ ชอบศึกษาค้นคว้าทดลองอยู่เสมอ ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนของครูจึงเน้นการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการปฏิบัติการทดลองเป็นหลัก เพื่อมุ่งหวังที่จะให้นักเรียนเกิดทักษะที่จำเป็น 13 ทักษะ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

การใช้สื่อและอุปกรณ์การสอน

กิจกรรมการเรียนการสอนจะประสบผลสำเร็จได้ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือไม่นั้นย่อมขึ้นอยู่กับส่วนประกอบที่สำคัญหลายอย่าง แต่เครื่องมือที่จะช่วยให้ครูถ่ายทอดความรู้ให้แก่นักเรียนได้บรรลุเป้าหมายได้เร็วขึ้น และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ก็คือ สื่อและอุปกรณ์การสอน ซึ่งในปัจจุบันยิ่งมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเรียนการสอน

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2522) ได้ให้ความหมายของสื่อการสอนไว้ว่า

สื่อการสอน หมายถึง สิ่งที่จะเอื้อต่อการศึกษาเล่าเรียนของนักเรียน คือ ช่วยให้เกิดความรู้ ทักษะ ทัศนคติและนิสัยที่พึงประสงค์ อาจเป็นสิ่งหนึ่งหรือหลายๆ สิ่งในต่อไปนี้คือ

1. หนังสือเรียนประจำวิชา
2. หนังสืออ่านประกอบ
3. หนังสืออ้างอิง
4. อุปกรณ์ประกอบการเรียน
5. วัสดุฝึก
6. คู่มือการสอนหรือคู่มือครู

นอกจากนี้ กิดานันท์ มะลิทอง (2531) ได้สรุปความหมายของสื่อการสอนว่า หมายถึง ตัวกลางที่ช่วยแนะนำและถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอนหรือจากแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ที่ตั้งไว้

ฐะปะนีย์ นาครทรรพ (2525) ได้อธิบายความหมายของสื่อการสอนไว้ว่า สื่อการสอน คือ สิ่งที่ครูใช้ประกอบบทเรียน ทำให้บทเรียนแจ่มแจ้งขึ้น และน่าสนใจยิ่งขึ้น สื่อการสอนมีหลายชนิดอาจเป็นหนังสือเรียน แบบฝึกหัด หนังสืออ่านประกอบ แผนภูมิ แผนที่ บัตรคำ ภาพ หุ่นจำลอง เทปบันทึกเสียงประกอบแผ่นใส สไลด์ เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ ภาพยนตร์ ของจริง ฯลฯ

สรุปได้ว่า สื่อการสอนหมายถึง สิ่งที่ครูใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น พร้อมทั้งช่วยลดเวลาและพลังงานที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอีกด้วย

ประเภทของสื่อการสอน

ภิญโญ สาธร (2519) ได้กล่าวถึงประเภทของสื่อการสอนที่จะช่วยให้การเรียนการสอนได้ผลดี มีประเภทต่างๆ ดังนี้

1. วัสดุลายเส้น ได้แก่ กระดานดำ แผนที่ แผนภูมิ รูปภาพ ฯลฯ
2. วัสดุมีทรง ได้แก่ วัสดุหุ่นจำลอง ของตัวอย่าง ของจริง ฯลฯ
3. โสตวัสดุ ได้แก่ ระบบขยายเสียง แผ่นเสียง เครื่องอัดเสียง ฯลฯ
4. ภาพนิ่ง ได้ แก่ รูปภาพ ภาพเขียน ภาพถ่าย และฟิล์มสตริป
5. กิจกรรม ได้แก่ การสาธิต การจัดนิทรรศการ การทดลอง และการศึกษานอกสถานที่
6. หนังสือหรือสิ่งพิมพ์ เป็นอุปกรณ์การศึกษาที่สำคัญมาก ที่จะขาดเสียมิได้

นอกจากนี้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523) ได้แบ่งประเภทของสื่อการสอน ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. วัสดุ หมายถึง สิ่งที่ช่วยสอนที่มีการผุพังและสิ้นเปลือง เช่น ชอล์ค ฟิล์มถ่ายภาพ ภาพยนตร์ สไลด์ ฯลฯล

2. อุปกรณ์ หมายถึง สิ่งช่วยสอนที่เป็นเครื่องมือ เช่น กระดานดำ กล้องถ่ายรูป เครื่องถ่ายภาพยนตร์ เครื่องรับโทรทัศน์ ฯลฯ

3. กระบวนการและวิธีการ ได้แก่ การจัดระบบ การสาธิต การทดลอง เกม และกิจกรรมต่างๆ โดยเฉพาะกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นเพื่อให้นักเรียนปฏิบัติ

การเลือกใช้สื่อการสอน

เนื่องจากสื่อการเรียนการสอนเป็นสิ่งจำเป็น และเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดรวบยอดได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง เป็นอุปกรณ์การสอนที่เป็นเครื่องยั่วยุความสนใจได้เป็นอย่างดี ถ้าผู้สอนสามารถเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม ดังที่ สุนันท์ สังข์อ่อง (2526) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การพิจารณาเลือกใช้สื่อการสอน พอสรุปได้ดังนี้ คือ

1. เหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการสอน
2. ช่วยให้นักเรียนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง
3. ช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่นักเรียน
4. ช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ให้แก่นักเรียน
5. เหมาะกับระดับความสามารถ ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียน
6. คุ้มกับราคาและเวลาในการเตรียม

นอกจากนี้ เจมส์ ดิบบลิว บราวน์ และคณะ (James W.Brown and Others 1970) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การเลือกสื่อการสอน ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. ความเหมาะสม (Appropriateness) สื่อการสอนนั้นสนับสนุนจุดมุ่งหมายทั่วไปและจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนหรือไม่ เหมาะสมกับระดับชั้นหรือไม่

2. ความเชื่อถือได้ (Authenticity) สื่อการสอนมีเนื้อหาถูกต้องเที่ยงตรง ทันต่อเหตุการณ์หรือไม่ตลอดจนผู้เขียนหรือผู้ผลิตมีคุณภาพหรือไม่

3. ความสนใจ (Interest) สื่อการสอนดึงดูดความสนใจของผู้ใช้ได้หรือไม่ กระตุ้นจูงใจหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์หรือไม่

4. การรวบรวมและความสมดุลย์ (Organization and Balance) สื่อการสอนมีการจัด รวบรวมเนื้อหาให้มีความสมดุลย์หรือไม่ จุดมุ่งหมายชัดเจนและง่ายที่จะเข้าใจหรือไม่ รูปแบบการเขียนเนื้อหาชัดเจน และนำเสนอได้อย่างสมเหตุสมผลหรือไม่

5. คุณภาพด้านเทคนิค (Technical Quality) คุณภาพด้านเทคนิคเป็นที่พอใจหรือไม่ ภาพประกอบชัดเจน สีที่ใช้เหมาะสม เสียงชัดเจนหรือไม่

6. ราคา (Cost) ราคาไม่แพงเกินไป ราคาคุ้มกับประโยชน์ที่จะได้รับ และคุ้มกับเวลาในการปฏิบัติ

จากข้อคิดเห็นดังกล่าวพอจะสรุปได้ว่า ในการเลือกใช้สื่อการสอนเพื่อให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้คือ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนราคาไม่แพงเกินไป เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและเนื้อหาวิชา เป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า

การใช้สื่อหรืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์

นิรมล แสงศรี (2535) ได้กล่าวว่าการใช้สื่อการสอนวิทยาศาสตร์ จะต้องให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิชาวิทยาศาสตร์นั้นนอกจากจะมีเนื้อหาที่เป็นความรู้ หรือแบบแผนของธรรมชาติที่ได้ถูกค้นคว้าทดลอง และสะสมสืบต่อจากอดีตจนถึงปัจจุบันแล้ว กระบวนการในการแสวงหาความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ก็เป็นสิ่งสำคัญส่วนหนึ่ง ของวิชาวิทยาศาสตร์ ในส่วนที่เป็นเนื้อหา ของวิทยาศาสตร์นั้น การเลือกและการใช้สื่อการสอนจะต้องทำให้เกิดสภาพการเรียนการสอน ที่เกิดจากการเลือกใช้สื่อ ในแต่ละบทเรียนให้ลำดับต่อเนื่องกัน มีความสัมพันธ์กันโดยต้องทำให้ผู้เรียนเห็นส่วนที่เหมือนกัน และในส่วนที่แตกต่างกันเป็นลำดับ สามารถเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายความรู้ (net of knowledge) หรือเชื่อมโยงมโนทัศน์ (conceptual schemes) ซึ่งพร้อมที่จะเชื่อมโยงกับบทเรียนต่อๆ ไป ถ้าการใช้สื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างเหมาะสมดังกล่าวแล้ว ความรู้ กระบวนการแสวงหาความรู้และเจตคติก็สะสมเป็นระบบที่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

ส่วนนิคม ทาแดง (2527) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การใช้สื่อการสอนวิทยาศาสตร์ ที่แบ่งลำดับขั้นออกเป็น 3 ขั้นตอนที่สำคัญ คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหาและตั้งสมมติฐาน ในขั้นนี้สื่อการเรียนการสอนที่ต้องเป็นสื่อที่เสนอสถานการณ์ หรือสถานการณ์ที่เร้าความสนใจ หรือเป็นสื่อที่สร้างสถานการณ์ปัญหาโดยตรง ทำให้ผู้เรียนสังเกต รวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และสื่อในขั้นนี้ต้องมีความต่อเนื่องเป็นระบบเดียวกันกับสื่อ ถ่ายทอดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวิธีการวิทยาศาสตร์

2. ขั้นทดลองและทดสอบสมมติฐาน สื่อการเรียนการสอนในขั้นนี้ผู้เรียนควรเป็นผู้เลือกออกแบบและใช้สื่อด้วยตนเอง โดยผู้สอนคอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก ทั้งนี้เพราะถ้าการเลือกและการใช้ในข้อ 1 ของผู้สอนเป็นไปอย่างเหมาะสมแล้ว ก็สามารถเป็นแนวทางให้ผู้เรียนเลือกและใช้สื่อประกอบกิจกรรมทดลองในขั้นนี้ได้ ตรงกับแผนการสอนของผู้สอนที่กำหนดไว้

3. ขั้นสรุปผลและการนำไปใช้ สื่อการเรียนการสอนในขั้นนี้ควรเป็นประเภทการถ่ายทอดเนื้อหาซึ่งเป็นเนื้อหาประเด็นเดียวกันกับข้อสรุปของผู้เรียน แต่เป็นเพื่อขยายขอบเขตของปัญหา นำผู้เรียนสู่ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น ซึ่งจะเป็นการเชื่อมโยงกิจกรรมการเรียนการสอนในลำดับต่อไป

Edger Dale (1969:176) ได้อธิบายไว้ว่า การใช้โสตทัศนูปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพนั้น ต้องมีการวางแผน มีการดูหรือฟังก่อน นักเรียนต้องรู้ว่าตนกำลังดูหรือฟังอะไร เพื่อวัตถุประสงค์อะไร การเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่ควรยึดหลักดังนี้

1. เลือกวัสดุอุปกรณ์ ด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ โดยคำนึงถึงประโยชน์และขอบเขตความมุ่งหมาย

2. รู้จักวัสดุ โดยการทดลองดู ลองฟัง และลองใช้ก่อน เพื่อจะได้รู้ว่าเมื่อใช้จริงๆ จะประสบปัญหาอะไรบ้าง

3. ใช้วัสดุนั้นๆ ในเวลาที่เหมาะสมที่สุดและเหมาะสมที่จุดใด ตรงไหน

4. ต้องมีกิจกรรมต่อเนื่อง เช่น การอภิปราย การสอบถาม และการรายงาน

ดังนั้นพอจะสรุปได้ว่า การใช้สื่อการสอนนั้น ควรให้มีความสอดคล้องกับขั้นตอนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ขั้นตอนการตั้งปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การสรุปผลการทดลอง และสื่อที่ใช้จะต้องสอดคล้องกับเนื้อหา และกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงจะทำให้การใช้สื่อการสอน เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การเก็บรักษาอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ก็คือ สื่อการเรียนการสอนที่ใช้สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ และเพื่อให้สามารถใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ได้นานคุ้มค่า และสะดวกในการนำมาใช้ จึงต้องมีการเก็บรักษาวัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ไว้อย่างมีระบบ ดังที่ ผดุงยศ ดวงมาลา (2523) ได้กล่าวถึง การเก็บรักษาวัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาตร์ พอสรุปได้ดังนี้คือ

1. ควรแยกเก็บอุปกรณ์การสอนออกเป็นหมวดหมู่ ตามบลักษณะเนื้อหาวิชา และทำบัญชีรายการสิ่งของว่ามีอะไรบ้าง จำนวนเท่าใด

2. อุปกรณ์ประเภทรูปภาพ หรือแผนภูมิ ควรแยกเก็บตามเนื้อหาวิชา ทำทะเบียนภาพเรียงลำดับไว้และเก็บไว้ในชั้นหรือใส่กล่องไว้

3. มีเจ้าหน้าที่รับผิดชอบอุปกรณ์การสอนโดยเฉพาะ ทำการสำรวจและจัดระเบียบการนำอุปกรณ์ออกใช้

4. ผู้นำอุปกรณ์ออกใช้ต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์นั้นๆ อย่างดีและต้องรับผิดชอบเมื่อเกิดการชำรุดเสียหายขึ้น

5. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมรับผิดชอบในการเก็บรักษาวัสดุอุปกรณ์

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่ (2529) ได้ให้ข้อเสนอแนะถึงการจัดและเก็บรักษาอุปกรณ์สำหรับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้ คือ

การจัดและเก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ แบ่งออกได้เป็น 4 ชุด คือ

1. อุปกรณ์สำหรับนักเรียน มี 2 ประเภท คือ

1.1 อุปกรณ์ที่ใช้จำเป็น ได้แก่ อุปกรณ์ที่นักเรียนใช้ในการทดลองทุกครั้ง หรือเกือบทุกครั้งตลอดภาคเรียน เช่น หลอดทดลอง บิกเกอร์ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้ควรเก็บเป็นชุดๆ ในตะกร้าพลาสติก พร้อมทั้งรายการอุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อสะดวกในการตรวจสอบจำนวนและการจัดเตรียมให้นักเรียนใช้ในการทดลอง

1.2 อุปกรณ์สำรอง มีไว้ทดแทนอุปกรณ์ที่ใช้ประจำ ซึ่งอาจชำรุดหรือแตกหัก อุปกรณ์นี้ควรเก็บไว้ในตู้อุปกรณ์ และควรแยกเก็บแต่ละชนิดตามความเหมาะสม

2. อุปกรณ์พิเศษ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นครั้งคราว เช่น แอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ ซึ่งควรแยกเก็บอุปกรณ์เหล่านี้เป็นประเภทๆ ไว้ในตู้เก็บเฉพาะ ไม่ปะปนกับอุปกรณ์อื่นๆ

3. อุปกรณ์สาธิต เป็นอุปกรณ์พิเศษที่ครูใช้สาธิตการทดลอง ที่ไม่สามารถให้นักเรียนทำด้วยตนเองได้ เนื่องจากมีราคาแพง หรือเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองที่อาจเกิดอันตรายต่อนักเรียน ควรแยกเก็บอุปกรณ์เหล่านี้ไว้เป็นชุด

4. อุปกรณ์สำหรับเตรียมการทดลอง เป็นอุปกรณ์ที่ครูใช้ในการเตรียมการทดลองก่อนที่จะสอน ควรเก็บอุปกรณ์เหล่านี้ไว้ในห้องเตรียมการทดลอง หรือแยกเก็บไว้ในตู้ที่ครูสามารถหยิบใช้ได้สะดวก

ดังนั้นพอจะสรุปได้ว่า การเก็บอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ควรคำนึงถึงความสะดวกในการหยิบใช้ ความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้น และความจำเป็นในการใช้อุปกรณ์ต่างๆ มากน้อยเพียงใด ในแต่ละปี ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความเป็นระเบียบเรียบร้อย ความสวยงาม และความประหยัดในการใช้พื้นที่จัดเก็บด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการศึกษา และมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการเรียนการสอน เพราะเป็นสิ่งที่สำคัญในการที่จะช่วยวินิจฉัยผู้เรียน ผลจากการวัดและประเมินผลจะช่วยให้ ครูนำมาวางแผนในการเรียนการสอน ได้อย่างถูกต้องตรงกับความเป็นจริง และแก้ปัญหาได้ถูกจุดซึ่งจะทำให้ครูผู้สอนจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม และทำให้ผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายกำหนดไว้ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการวัดผลประเมินผลไว้หลายท่าน ดังต่อไปนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2528) ให้ความหมายของการวัดผลทางการศึกษาว่า คือ กระบวนการที่พยายามค้นหาระดับ ซึ่งแสดงถึงปริมาณของลักษณะในตัวบุคคล หรือสิ่งของหรือเหตุการณ์

กานดา พูนลาภทวี (2528) ได้ให้ความหมายของการวัดผลว่า หมายถึงการเปรียบเทียบของสิ่งที่เราต้องการทราบ หรือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับมาตรฐานที่เรากำหนดขึ้นไว้ หรือมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับว่าเป็นมาตรฐานที่ถูกต้อง

พนัส หันนาคินทร์ (2528) ได้ให้ความหมายของการวัดผลว่า หมายถึงการเปรียบเทียบของสิ่งที่เราต้องการทราบ หรือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับมาตรฐานที่เรากำหนดขึ้นไว้ หรือมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับว่าเป็นมาตรฐานที่ถูกต้อง

จากความหมายของการวัดผลที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า การวัดผล คือ การกำหนดหน่วยให้แก่ปริมาณของสิ่งที่ต้องการจะวัด โดยใช้เครื่องมือวัดเพื่อจะได้ทราบยปริมาณ จำนวนหรือคุณภาพในสิ่งของเหตุการณ์ หรือตัวบุคคล

ส่วนการประเมินผลนั้น มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กานดา พูนลาถทวี (2528) ได้ให้ความหมายของการประเมินว่า การประเมินผล หมายถึงกระบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งของ หรือการกระทำใดๆ โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งมีความหมายกว้างกว่าการวัดผล โดยจะครอบคลุมทั้งปริมาณและคุณภาพการประเมินผล จึงเป็นกระบวนการที่ต้องมีการวัดแล้ววินิจฉัย ตัดสินคุณค่าที่ได้จากการวัดอย่างมีกฎเกณฑ์ จะเห็นได้ว่า การวัดเป็นสิ่งหนึ่งของการประเมินผล การประเมินผลที่ดีจึงอยู่บนรากฐานของการวัด

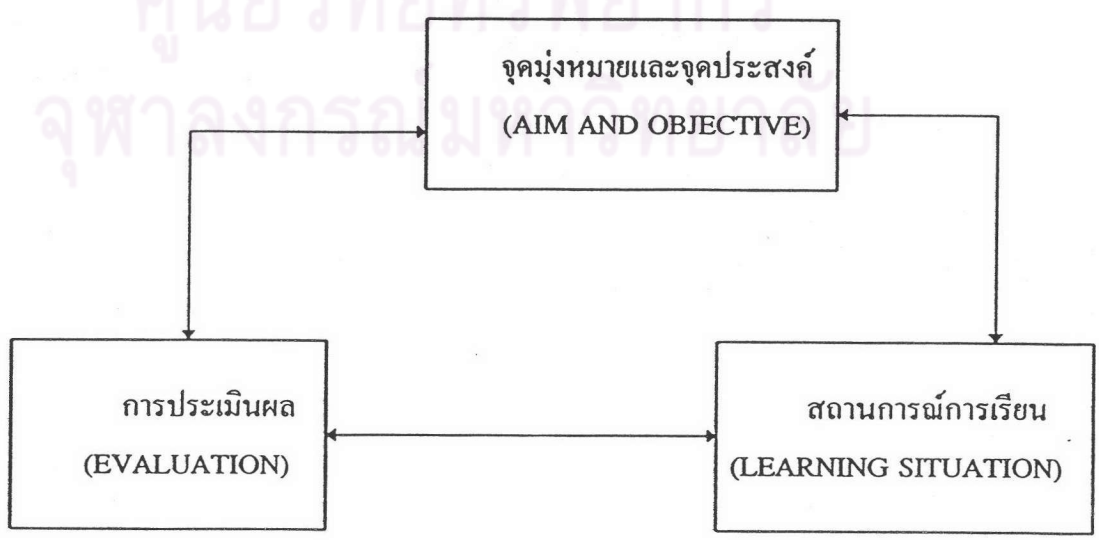
พนัส หันนาคินทร์ (2528) ได้อธิบายไว้ว่า การประเมินผลเป็นการนำคะแนนหรืออาจจะเรียกได้ว่าข้อมูล มาทำการกำหนดคุณค่าว่าคะแนนที่นักเรียนคนใดคนหนึ่งได้รับนั้นมีคุณค่าน่าพึงพอใจเพียงไร การประเมินผลนั้นไม่มีมาตรฐานตายตัว อาจจะต้องพิจารณาถึงสิ่งแวดล้อมหรือองค์ประกอบอื่นอีกด้วย โดยเหตุนี้จึงมักจะถือว่าการประเมินผลมีลักษณะเชิงปรัชญา ส่วนการวัดผลนั้นถือว่ามีลักษณะเป็นวิทยาศาสตร์

กีรติ ศรีวิเชียร (2531) กล่าวว่าการประเมินผลหมายถึงกระบวนการกำหนดคุณค่าของสิ่งหนึ่งสิ่งใดภายในโรงเรียน ซึ่งสิ่งนั้นได้รับการนิยามเอาไว้แล้วอย่างชัดเจน และรวมถึงการกำหนดประสิทธิผลในการดำเนินงานของโรงเรียนอีกด้วย ผลที่ได้รับจากการประเมินช่วยทำให้มองเห็นความสัมพันธ์กันระหว่างสิ่งจำเป็นกับสิ่งที่คาดหวังเอาไว้ว่ามีอยู่มากน้อยเพียงใดหรือไม่

จากความหมายของการประเมินผลที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การประเมินผล คือ กระบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งของหรือการกระทำใดๆ โดยการนำผลที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

กล่าวโดยสรุปแล้ว การวัดแและประเมินผลเป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของนักเรียนว่ามีความรู้ ทักษะ เจตคติ ตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ และกระบวนการเรียนการสอนที่จัดไว้ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียนมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ ทองห่อ วิภาวิน (2521) ได้กล่าวถึง การวัดผลประเมินผลว่า ครูดีนอกจากสอนดีแล้วจำเป็นต้องมีความรู้เรื่องการวัดผลประเมินผลของการศึกษาเป็นอย่างดีด้วย เพราะการวัดผลในทุกระดับจะเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงความเจริญงอกงามของผู้เรียนแต่ละคนว่า บรรลุถึงจุดประสงค์ที่ตั้งไว้มากน้อยเพียงใด โดยเฉพาะในหลักสูตรใหม่การวัดผลเป็นตัวจักรที่จะช่วยปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

นอกจากนี้ กรมวิชาการ (2523)ได้แสดงถึงความสำคัญของการประเมินผลที่มีต่อกระบวนการเรียนการสอนไว้ดังแผนภาพต่อไปนี้



จากแผนภาพแสดงให้เห็นว่า การประเมินผลช่วยบอกให้ทราบว่า สถานการณ์การเรียนการสอน สื่อการสอนและวิธีการสอน สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจ ทักษะและเจตคติทางวิทยาศาตร์ ตามความมุ่งหมายและจุดประสงค์ของหลักสูตรได้มากน้อยเพียงใด ควรจะปรับปรุงแก้ไขสถานการณ์การเรียนการสอนให้ดีขึ้นอย่างไร ตลอดจนบอกให้ทราบว่าความมุ่งหมายของหลักสูตรที่กำหนดไว้นั้นสามารถปฏิบัติให้เป็นไปได้จริงหรือไม่ ซึ่งทำให้กระบวนการพัฒนาหลักสูตรดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง

ประเภทของการประเมินผล

สำนักทดลองทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2530) ได้กล่าวถึงประเภทของการประเมินผล จำแนกตามจุดประสงค์ สรุปได้ดังนี้

1. การประเมินผลก่อนเรียน เป็นการประเมินผลเพื่อช่วยให้ครูทราบสถานภาพของนักเรียนแต่ละคนว่ามีพื้นฐานเพียงพอที่จะเริ่มต้นเรียนตามรายวิชานั้นหรือไม่ หากนักเรียนมีพื้นฐานไม่ดีพอจะต้องสอนเพิ่มเติมให้เสียก่อนเป็นการปรับปรุงแก้ไขนักเรียนให้มีพื้นฐานที่ดีตั้งแต่ต้น

2. การประเมินผลระหว่างเรียน เป็นการประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนโดยหลังจากที่ครูสอนไประยะหนึ่ง ต้องมีการประเมินว่านักเรียนมีความสามารถตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ หากพบว่านักเรียนบกพร่องในจุดประสงค์ใดจะได้ปรับปรุงการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย ก่อนที่จะสอนจุดประสงค์อื่นต่อไป

3. การประเมินผลรวม เป็นการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละรายวิชา หรือโปรแกรมการสอน เพื่อตัดสินความสามารถของนักเรียนว่า ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบรายวิชาว่านักเรียนมีความสามารถตามจุดประสงค์ของรายวิชานั้นมากน้อยเพียงใด

การวัดและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์

วิชาวิทยาศาสตร์มีลักษณะและธรรมชาติของเนื้อหาวิชาและกระบวนการเรียนการสอนที่แตกต่างจากวิชาอื่นๆ ดังนั้นในการวัดผลประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องรู้และสามารถจำแนกได้ว่า พฤติกรรมในการเรียนรู้สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์นั้นมีอะไรบ้าง เพื่อที่จะได้สร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลได้ถูกต้องและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ซึ่งในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษานั้น ลีโอโปลด์ อี คลอพเฟอร์ ใน เบนจมิน เอส บลูม และคณะ (Leopold E. Klopfer in Benjamin S. Bloom and Others 1971) ได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ไว้โดยเฉพาะ ซึ่งครูผู้สอนสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาว่านักเรียน

เรียนรู้เนื้อหานั้นๆ ได้ลึกซึ้งกว้างขวางเพียงใดหรือไม่ พฤติกรรมการเรียนรู้ตามการจำแนกของ ลีโอ โปลด์ อี คลอพ เฟอร์ มีดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจ
2. การสังเกตและการวัด
3. การเห็นปัญหาและการแก้ปัญหา
4. การแปลความหมายของข้อมูล และการสร้างข้อสรุป
5. การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลองทฤษฎี
6. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
7. ทักษะในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์
8. ทัศนคติและความสนใจ
9. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์

เพื่อความสะดวกในการนำพฤติกรรมเหล่านี้ ไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประวิตร ชูศิลป์ (2524) ได้รวบรวมพฤติกรรมบางอย่างเข้าด้วยกันได้พฤติกรรมที่สำคัญ 4 พฤติกรรม คือ

1. ความรู้ - ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง นิยาม หลักการ แนวความคิด กฎ ทฤษฎีต่างๆ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่ และสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) หรือบางทีเรียกว่า กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry) ซึ่งหมายถึง ความสามารถในด้านต่างๆ เช่น

1) การสังเกต การวัดและการบันทึกข้อมูล
2) การสร้างและทดสอบสมมติฐาน และการแก้ปัญหา
3) การจัดกระทำกับข้อมูล แปลความหมาย และการสรุป

4. การนำความรู้ไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ หรือ แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ธงชัย ชิวปรีชา (2527) ได้กล่าวถึง การวัดผลประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การวัดผลประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ควรจะมีการวัดพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านต่างๆ ต่อไปนี้คือ

1. ความรู้ความจำ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความรู้หรือจดจำเนื้อหาวิชาได้เรียนมาแล้ว และสามารถระลึกถึงเรื่องราวต่างๆ ได้ พฤติกรรมด้านความรู้ความจำแบ่งออกได้ดังนี้คือ

1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง

1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาตร์

1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง

1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนและแนวโน้ม

1.6 ความรู้เกี่ยวกับการแยกประเภท จัดประเภทและเกณฑ์

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการทดลอง

1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์

1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและแนวคิดที่สำคัญ

2. ความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนสามารถจะระลึกถึงสิ่งที่ระลึกถึงสิ่งที่เคยอ่าน หรือได้รับการบอกเล่ามาแล้ว สามารถนำมาอธิบายหรือสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง พฤติกรรมด้านความเข้าใจสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

2.1 ความสามารถในการระบุหรือบ่งชี้ความรู้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่

2.2 ความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ได้ด้วยตนเอง ซึ่งแบ่งออกได้ดังนี้คือ

3.1 การสังเกตและการวัด ได้แก่ การสังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ต่างๆ การบรรยายสิ่งที่สังเกตพบโดยใช้ภาษาที่เหมาะสม สามารถสื่อความหมายให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน การวัดขนาดของวัตถุ ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสมการประมาณค่าในการวัดและรู้ข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้วัด

3.2 การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา ได้แก่ การมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน และการออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน

3.3 การแปลความหมายข้อมูลและการสร้างข้อมูล ได้แก่ การจัดกระทำข้อมูล การนำข้อมูลเสนอข้อมูล ในรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร การแปลความหมายของการสังเกตและข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การเพิ่มเติมความและการขยายความ การตรวจสอบสมมติฐานด้วยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การสร้างข้อสรุป กฎ หรือ หลักการที่เหมาะสมอย่างมีเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่พบ

3.4 การสร้างการทดสอบและการปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎี ได้แก่ การตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องมีแบบจำลองเชิงทฤษฎี การสร้างแบบจำลองเชิงทฤษฎีการระบุปรากฏการณ์

และหลักการต่างๆ ที่อธิบายไว้ด้วยแบบจำลองเชิงทฤษฎี การสร้างสมมติฐานจากแบบจำลองเชิงทฤษฎี และการปรับปรุงแก้ไข หรือเพิ่มเติมแบบจำลองเชิงทฤษฎี

3.5 การใช้เครื่องมือและดำเนินการทดลอง ได้แก่ การใช้เครื่องมือทดลอง หรืออุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว แม่นยำ เที่ยงตรงและปลอดภัย

4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนสามารถนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน หรือไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ในวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่

4.1 การนำไปใช้แก้ปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน

4.2 การนำไปใช้แก้ปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างสาขา

4.3 การนำไปใช้แก้ปัญหาใหม่ที่นอกเหนือไปจากวิชาวิทยาศาสตร์

5. ธรรมชาติและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่

5.1 การตระหนักถึงความสัมพันธ์และความแตกต่างของคำหรือข้อความต่างๆ ที่ใช้ในวงการวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การลงความเห็น การแปลความหมาย การขยายความ ข้อเท็จจริง สมมติฐาน หลักการ กฎ แบบจำลองและทฤษฎี เป็นต้น

5.2 การยอมรับขีดจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น ทฤษฎีหรือกฎต่างๆ ไม่ใช่ความจริงเสมอไป อาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อค้นพบสิ่งใหม่ที่ขัดแย้ง

5.3 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ การทำกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และมีความสนใจที่จะเลือกอาชีพที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531) ได้กล่าวถึง การวัดผลประเมินผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ว่า การวัดผลประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ควรวัดในด้านต่างๆต่อไปนี้คือ

1. การวัดด้านความรู้ความคิด ซึ่งได้แก่

1.1 ความรู้ความจำ

1.2 ความเข้าใจ

1.3 ทักษะการคิดและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

1.4 การนำความรู้และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา

2. การวัดด้านทักษะการปฏิบัติ ได้แก่

2.1 ทักษะการสังเกต

2.2 ทักษะการวัด

2.3 ทักษะการติดตั้งเครื่องมือวิทยาศาสตร์

2.4 ทักษะการใช้เทคนิควิธีในการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้อย่างปลอดภัย

2.5 ทักษะการทดลอง

3. การวัดด้านความสนใจและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึง การวัดในด้านต่างๆ ดังนี้ คือ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความใจกว้าง ความซื่อตรง ความพยายาม ความรอบคอบในการพิจารณาตัดสินใจ ความไม่โอ้อวด และความไม่เชื่อในสิ่งที่อยู่เหนือธรรมชาติ

4. การวัดด้านการมีแนวโน้มทางวิทยาศาตร์ ซึ่งหมายถึง การวัดเพื่อให้ทราบความรู้สึกและความนึกคิดของนักเรียนในด้านต่างๆ ดังนี้คือ การเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ประเภทต่างๆ การยอมรับในขีดจำกัดของวิทยาศาสตร์ และอิทธิพลของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ตระหนักว่าประวัติวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ ตระหนักในความสัมพันธ์ต่อกันระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและเศรษฐกิจตระหนักในความสำคัญ และผลกระทบของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ต่อสังคม และศีลธรรมจรรยา เป็นต้น

พอสรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูผู้สอนควรจะวัดให้ครอบคลุมในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะการปฏิบัติ ด้านการนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ และด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพราะการวัดผลประเมินผลทางวิทยาศาสตร์นั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการทราบความรู้พื้นฐาน ความก้าวหน้า ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา ตลอดจนเพื่อต้องการรู้ว่านักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นหรือนำไปใช้ชีวิตประจำวันได้หรือไม่ ดังนั้น ในการสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผลจึงต้องคำนึงถึงจุดมุ่งหมายของหลักสูตรเป็นสำคัญ และเครื่องมือก็สามารถวัดพฤติกรรมต่างๆ ที่หลักสูตรต้องการปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ด้วย เครื่องมือวัดและประเมินผลจะเป็นตัวบ่งชี้ให้เราทราบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นล้มเหลวหรือได้ผลเพียงใดเพื่อให้ครูผู้สอนนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนการสอน

การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน หมายถึง การจัดบริเวณโรงเรียน การจัดอาคารเรียน การจัดห้องเรียน การตกแต่งห้องเรียน การวางการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด (นิคม ทาแดง,ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2524)

การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน มีผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักเรียน นักเรียนจะใช้เวลาอยู่ในห้องเรียนวันละประมาณ 5-6 ชั่วโมง ห้องเรียนจึงมีอิทธิพลมากที่จะปลูกฝังลักษณะนิสัยของนักเรียน ให้มีลักษณะแตกต่างกันออกไป เช่น เงียบขรึม เก็บตัว ชอบแสดงออก ชอบเลียนแบบผู้อื่น และสามารถเสริมสร้างลักษณะนิสัยที่ต้องการได้ เช่น เป็นผู้กล้าแสดงความคิดเห็น กล้าตัดสินใจ ทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี รู้จักแสวงหาความรู้อยู่เสมอ มีความรับผิดชอบ เป็นต้น การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของหลักสูตรประถมศึกษา 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) นั้น มุ่งหวังให้ครูใช้วิธีการสอนหลายๆ แบบและในแต่ละแบบที่นำมาใช้ควรจัดกิจกรรมและสื่อการสอนประเภทต่างๆ ให้นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงมีหลายรูปแบบ เช่น มีการแสดงออก การศึกษาค้นคว้า การรายงาน การทำงานกลุ่ม ตลอดจนปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างนักเรียนกับครู นักเรียนกับนักเรียน เป็นต้น ห้องเรียนเป็นสถานที่ที่นักเรียนอยู่ร่วมกับครูขณะที่อยู่ในโรงเรียน ในแต่ละวันนักเรียนจะต้องอยู่ในห้องเรียนหลายชั่วโมงหลายคาบ ตามธรรมชาติของเด็กในวัยนี้เด็กจะมีช่วงความสนใจสั้น ๆ ประมาณ 20-25 นาที และค่อนข้างจะมีการเคลื่อนไหว ต้องการอิสระเสรีภาพในการแสดงออกพอสมควร ต้องการพูดคุยและเล่นกับเพื่อน ต้องการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกิดขึ้นในห้องเรียน ดังนั้น การจัดห้องเรียนให้เอื้อต่อแนวคิดของหลักสูตรและสอดคล้องกับพัฒนาการของเด็กในระดับประถมศึกษา จึงเป็นพื้นฐานที่สำคัญยิ่งต่อคุณภาพของการเรียนรู้ ในแต่ละครั้ง (ทัศนีย์ ผลเนืองมา 2526,สุมน อมรวิวัฒน์และสมพงษ์ จิตระดับ 2530)

ประเภทการจัดห้องเรียน

ทัศนี ผลเนืองมา (2526) ได้แบ่งวิธีการจัดห้องเรียน เป็น 2 ประเภท คือ

1. ห้องเรียนธรรมดา หมายถึง ห้องเรียนที่มีครูเป็นศูนย์กลาง ห้องเรียน และมีนักเรียนเป็นผู้คอยรับความรู้จากครู จัดห้องเรียนแบบนี้ มักจะใช้ห้องเรียนเป็นลักษณะสี่เหลี่ยม กระดานดำอยู่หน้าชั้นและมีโต๊ะครูอยู่หน้าชั้นเรียนตลอดเวลา โต๊ะเรียนวางเรียงกันเป็นแถวโดยหันหน้าเข้าหาครู ผนังห้องเรียนอาจมีกระดานป้ายนิเทศ แผนภูมิ รูปภาพ ติดไว้ เป็นสื่อการสอน ซึ่งจะไม่เปลี่ยนบ่อยนัก บางโรงเรียนอาจจะมีมุมความสนใจ แต่ก็ไม่ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน ครูจะสอนโดยการบรรยาย และอธิบายให้นักเรียนฟังอยู่ตลอดเวลา ครูจะเป็นผู้แสดงกิจกรรมต่างๆ เอง การจัดห้องเรียนแบบนี้จะไม่เอื้อต่อการสอนตามหลักสูตรใหม่

2. ห้องเรียนแบบนวัตกรรม ในห้องเรียนแบบใหม่ ซึ่งจัดขึ้นเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน การจัดห้องเรียนทำได้หลายแบบ แต่จะมีลักษณะเด่นชัด คือ โต๊ะเรียนไม่จำเป็นต้องเรียงเป็นแถวหัวหน้าเข้าหาครู นิยมจัดโต๊ะเป็นกลุ่มต่างๆ เพื่อให้นักเรียนประกอบกิจกรรมร่วมกัน และมีส่วนให้นักเรียนศึกษาหาความรู้เป็นรายบุคคลด้วย มีการจัดศูนย์ความสนใจ มีสื่อการสอนในรูป

ชุดการสอน มีการตกแต่งผนังห้อง และมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับเรื่องที่นักเรียนกำลังเรียน ครูไม่จำเป็นต้องอยู่หน้าชั้น อาจเคลื่อนย้ายไปตามมุมต่างๆ บางทีอาจนั่งรวมอยู่กับเด็กนักเรียนเพื่อรวมทำกิจกรรม ครูพูดน้อยลง เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนเองมากที่สุด ครูจะเป็นผู้คอยประสานงานการเรียนรู้ให้เท่านั้น

วิไลวรรณ วิทยวิโรจน์ (2522) ได้กล่าวว่า การจัดห้องเรียนมีหลักอยู่ว่า จะจัดอย่างไรจึงจะทำให้เด็กเรียนดีที่สุด ถูกต้องตรธรรมชาติของจิตใจของเด็กมากที่สุด โดยทั่วไปมักจะจัดห้องเรียน 2 แบบ คือ

1. ห้องเรียนประจำวิชา คือ การจัดห้องเฉพาะไว้สำหรับวิชาต่างๆ เช่น ห้องศิลปะ ห้องดนตรี ห้องภาษาไทย ฯลฯ แต่ละห้องมีเครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนครูผู้ชำนาญวิชานั้นๆ อยู่พร้อม เมื่อถึงเวลาเรียนวิชานั้นๆ เด็กจะเดินไปเรียนตามห้องต่างๆ เป็นการสะดวกในการจัดบรรยากาศอันเป็นการจูงใจให้เด็กสนใจวิชานั้นๆ

2. ห้องเรียนรวมสำหรับทุกวิชา คือการจัดให้นักเรียนได้เรียนอยู่ในห้องๆ เดียวกันตลอดเวลา อาจใช้ครูคนเดียว หรือหลายคนก็ได้ มีเครื่องมือเครื่องใช้พร้อมสำหรับทุกวิชา ได้ตามมุมต่างๆ ของห้องเรียน การจัดบรรยายกาศแบบนี้ มุ่งหมายให้ประสบการณ์อันสมบูรณ์แก่เด็ก ในวิชาที่แรียนทุกวิชามีความสัมพันธ์กัน บรรยากาศและกิจกรรมในห้องเรียนเสมือนกับการดำรงชีวิตในบ้าน ชุมชน

การจัดห้องเรียนให้มีบรรยากาศที่จะส่งเสริมการเรียนการสอนเป็นสิ่งสำคัญมาก ทำให้ครูเกิดความอยากสอน นักเรียนอยากเรียน อยากมาโรงเรียน เพื่อเป็นการจูงใจในการเรียน ควรมีการจัดห้องเรียนดังนี้

1. ห้องเรียนควรมีสีสรรที่น่าดู สบายตา มีอากาศถ่ายเทได้ดี แสงสว่างเพียงพอ ไม่มีเสียงรบกวน อากาศไม่เป็นพิษ ไม่ร้อนจนเกินไป มีต้นไม้ ดอกไม้ ประดับและมีขนาดกว้างขวางอย่างเพียงพอ

2. สะอาดถูกสุขลักษณะ เป็นระเบียบเรียบร้อย น่าอยู่ มีบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมคล้ายคลึงกับชีวิตในบ้าน ในครอบครัวของนักเรียน

3. สิ่งที่อยู่ในห้องเรียนไม่ว่าจะเป็น โต๊ะ เก้าอี้ มุมหนังสือ ป้ายนิเทศ สื่อการสอนประเภทต่างๆ สามารถเคลื่อนไหว เคลื่อนที่ได้ ไม่เป็นอันตรายสามารถจัดหรือดัดแปลงห้องเรียนให้มีลักษณะเอื้ออำนวยต่อการสอนและกิจกรรมประเภทต่างๆ ได้

4. นักเรียนได้อยู่ในห้องเรียนอย่างมีความสุข มีอิสระเสรีภาพ ในเรื่องของการเรียนรู้และในขณะเดียวกันก็มีวินัยในการดูแลตนเองและการอยู่ร่วมกันกับผู้อื่น ปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนกับครู นักเรียนกับนักเรียนเป็นไปได้ด้วยดี ทั้งส่งเสริมบรรยากาศและมีความเข้าใจในบทบาทของตนเองด้วย

5. จัดมุมหนังสือ มุมประสบการณ์ สื่อการสอนบางประเภทให้เพียงพอและมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

6. ห้องเรียนที่ดีไม่จำกัดเฉพาะในห้องสี่เหลี่ยมที่กำหนดให้เท่านั้น แต่ยังมีห้องเรียนแบบเปิด แบบธรรมชาติ การศึกษานอกห้องเรียนที่นักเรียนมีความต้องการและสนใจเช่นเดียวกัน

7. การเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม เนื้อหาสาระ กระบวนการเรียนรู้ต้องกระทำอยู่เสมอตามเหตุการณ์ ข่าวคราวความเคลื่อนไหว สิ่งที่น่าสนใจ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้นักเรียน เป็นต้น

8. การมีการจัดเตรียมห้องเรียนให้พร้อมต่อการสนอในแต่ละครั้ง เพื่อพัฒนาทักษะสำคัญๆ บางประการ เช่น การทำงานกลุ่ม การอภิปรายกลุ่มย่อย การแสดงละคร การโต้วาที การสาธิตการทดลอง เป็นต้น

9. ห้องเรียนที่ดีควรใช้ประโยชน์คุ้มค่ามากที่สุด นอกจากจะใช้ประกอบการเรียนรู้แและกิจกรรมต่างๆ แล้ว ครูอาจดัดแปลงเป็นห้องอาหารชั่วคราว ห้องประชุม ห้องฉายภาพยนตร์

10. ครูต้องระมัดระวังและควบคุมอารมณ์ ความรู้สึกของตนให้ดี ไม่ก้าวร้าว แสดงอาการไม่พอใจให้เกิดขึ้นในห้องเรียนเป็นอันขาด เพราะการแสดงดังกล่าวมีผลต่อบรรยากาศ ความรู้สึก ความกลัวของนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง (สุมน อมรวิวัฒน์ และ สมพงษ์ จิตระดับ,2530)

การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร

สุจริต เพียรชอบ (2525) ได้สรุปความหมายของกิจกรรมเสริมหลักสูตรว่า "เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นนอกเวลาเรียน เป็นประสบการณ์ที่ดีที่สุดสำหรับผู้เรียน ช่วยส่งเสริมการเรียนการสอนตามหลักสูตรให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เป็นกิจกรรมที่ไม่มีหน่วยกิต ไม่มีคะแนน คณาจารย์และผู้บริหารจะต้องยอมรับให้การสนับสนุนให้ความสะดวก เพื่อให้กิจกรรมดำเนินไปได้ด้วยดี"

อุทัย เพชรช่วย (2531) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมเสริมหลักสูตรว่ากิจกรรมเสริมหลักสูตร หมายถึง กิจกรรมที่จัดนอกเหนือจากกิจกรรมในหลักสูตรโดยนักเรียนสมัครใจที่จะเข้าร่วมและดำเนินการเอง ทั้งในและนอกห้องเรียน โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำไม่มีการบังคับว่ากิจกรรมใดต้องเรียนหรือต้องทำ นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมได้ตามความถนัดและความสนใจ ไม่มีการวัดผลได้ตกกิจกรรมเหล่านั้นจัดขึ้นเพื่อเป็นการเพิ่มพูนความรู้ และเสริมประสบการณ์การเรียนการสอนในชั้นเรียนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ปัญญา อุทัยพัฒน์ และ อรรถสิทธิ์ สมรรถการอักษรกิจ (2526) ได้อธิบายเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ว่า

กิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรอันหนึ่งที่จัดขึ้นในโรงเรียน กิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่นักเรียนจัดและดำเนินการเองในทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นการวางแผนงานการดำเนินงาน การทำกิจกรรมและการรับผิดชอบงานด้านอื่นๆ ที่จัดขึ้น ทั้งนี้ต้องอยู่ภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษา กิจกรรมเหล่านี้ไม่เกี่ยวข้องกับวิชาการในหลักสูตรโดยตรง เป็นกิจกรรมที่เสริมความรู้วิทยาศาสตร์ และความสนใจของนักเรียนในสิ่งที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี ตลอดจนช่วยพัฒนาการเติบโตของนักเรียนในทุกด้าน ซึ่งเป็นการเพิ่มเติมเนื้อหาจากที่บ่งไว้ในหลักสูตร กิจกรรมนี้ไม่มีหน่วยกิตหรือคะแนน การเข้าร่วมกิจกรรมต้องร่วมด้วยความสมัครใจ ไม่มีการบังคับแต่อย่างใด

จุดมุ่งหมายของกิจกรรมเสริมหลักสูตร

กระทรวงศึกษาธิการ (2521) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรไว้ในระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ดังนี้

1. เพื่อให้เป็นผู้มีระเบียบวินัย
2. เพื่อให้มีความจงรักภักดีต่อสถาบันชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์
3. เพื่อให้มีความเข้าใจและเลื่อมใสในการปกครองระบอบประชาธิปไตย ซึ่งมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข
4. เพื่อให้มีความซาบซึ้งในการปฏิบัติตามสิทธิและหน้าที่ภายในขอบเขตของกฎหมาย
5. เพื่อให้มีความซาบซึ้งในคุณค่า ดำรงไว้และส่งเสริมเอกลักษณ์ วัฒนธรรมอันดีงามของชาติไทย
6. เพื่อให้เกิดความรักและความสามัคคีในหมู่คณะ
7. เพื่อส่งเสริมทักษะ ความถนัด และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
8. เพื่อส่งเสริมพัฒนาการทางร่างกายและจิตใจ และรู้จักใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์
9. เพื่อให้รู้จักบำเพ็ญประโยชน์ต่อสังคมและสร้างความมั่นคงของชาติ
10. เพื่อให้เป็นผู้มีคุณธรรมและจริยธรรมอันดีงาม
11. เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัญญา อุทัยพัฒน์ และ อรรถสิทธิ์ สมรรถการอักษรกิจ (2526) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น

2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะ เจตคติ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีนิสัยในการใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

3. เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนมาประยุกต์ใช้ตลอดจนนำไปแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

4. เพื่อส่งเสริมความสามารถพิเศษ และความสนใจของนักเรียนเป็นรายบุคคล

5. เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการดำรงชีวิต ตลอดจนการเรียนรู้ถึงสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติรอบตัว

6. เพื่อให้นักเรียนรู้จักเหตุผล มีความเข้าใจและเคารพในความเห็นของบุคคลอื่น

7. เพื่อให้นักเรียนฝึกการทำงานร่วมกัน รู้จักปรับตัวให้เข้ากับผู้อื่นได้ รู้จักการเสียสละตรงต่อเวลา รับผิดชอบต่อตนเอง ตลอดจนรู้จักการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี

8. เพื่อให้นักเรียนใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

9. เพื่อให้นักเรียนได้ประสบความสำเร็จในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง นอกเหนือไปจากการเรียนตามหลักสูตร

10. เพื่อส่งเสริมความสัมพันธ์และความใกล้ชิดระหว่างครูและนักเรียน และร่วมทำกิจกรรมด้วยกัน

11. เพื่อให้นักเรียนเกิดความชื่นชมยินดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ประโยชน์ของกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์

กิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์นอกจากจะมีประโยชน์ต่อนักเรียนเช่นเดียวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรอื่นๆ เป็นต้นว่า ส่งเสริมนักเรียนเป็นรายบุคคล ให้นักเรียนมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ หรือสนองความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจของนักเรียนแล้ว ยังมีประโยชน์เฉพาะของกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์อีกหลายประการ เช่น

1. ส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3. กระตุ้นให้นักเรียนสนใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้น

4. ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

5. ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือปัญหาที่เกิดเฉพาะหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ แต่ละโรงเรียนก็จัดกิจกรรมแตกต่างกันไป การแบ่งประเภทของกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ปัญญา อุทัยพัฒน์ และอรรถสิทธิ์ สมรรถการอักษรกิจ (2526) ได้แบ่งกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ กิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์นอกห้องเรียน และกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ซึ่งรายละเอียดของกิจกรรมแต่ละประเภทสรุปได้ดังนี้

1. กิจกรรมส่งเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์นอกห้องเรียน เป็นกิจกรรมที่ใช้เวลานอกเหนือจากชั่วโมงเรียนตามปกติ เช่น ในเวลาพักกลางวัน เวลาก่อนเข้าเรียน หรือตอนเย็น หลังเลิกเรียน วันหยุดสุดสัปดาห์ หรือระหว่างปิดภาคเรียน เพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าหรือทดลอง ตัวอย่างของกิจกรรมเสริมหลักสูตรนอกห้องเรียน ได้แก่

1.1 ชุมนุมวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมซึ่งจัดขึ้นในรูปของชุมนุม กิจกรรมที่จัดโดยชุมนุมวิทยาศาสตร์มีหลายประเภท เป็นต้นว่า กิจกรรมห้องปฏิบัติการนอกห้องเรียน การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การจัดนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์ การจัดพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และการจัดทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์

1.2 การจัดค่ายพักแรมวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่โรงเรียนจัดให้แก่นักเรียนเพื่อให้ศึกษาวิทยาศาสตร์จากของจริงในธรรมชาติ

1.3 การจัดอบรมทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่โรงเรียนจัดให้แก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้กว้างขวางขึ้น

1.4 การฝึกวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อมุ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใกล้ชิด และเรียนรู้วิธีการวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการจริง

2. กิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ภายในห้องเรียน เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นในห้องเรียน โดยใช้เวลาสั้นๆ สิ่งที่จัดเป็นสิ่งที่นักเรียนสนใจและเพิ่มความรู้ให้นักเรียน ตัวอย่างของกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ภายในห้องเรียน ได้แก่

2.1 การจุดมุมวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่จัดเป็นส่วนหนึ่งของห้องเรียน โดยจัดเป็นที่วางหนังสือ อุปกรณ์การทดลอง อ่างเลี้ยงสัตว์ เพื่อให้นักเรียนรับผิดชอบและศึกษา

2.2 การจัดป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่มอบหมายให้นักเรียนจัดหาข่าวสารหรือเรื่องราวที่น่าสนใจ หรือความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ มาแสดงที่ป้ายนิเทศเป็นประจำ

2.3 การจัดสื่อการเรียนทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้จัดสื่อการเรียนทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะเสริมความรู้ตามหลักสูตรมาแสดงให้เพื่อนๆ ชม เช่น จัดหาฟิล์มสไลด์ ฟิล์มสตริป หรือหารูปภาพที่เกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2.4 การฟังอภิปรายทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโต้แย้ง หรือสนับสนุนด้วยเหตุผลและหลักฐาน ในหมู่นักเรียนด้วยกัน โดยมีครูเป็นผู้ช่วยแนะนำ

การสังเกตการสอน

ไพศาล หวังพานิช (2523) ได้กล่าวถึงการสังเกตการสอนไว้ว่า วิธีการที่จะทำให้ทราบว่าเกิดพฤติกรรมใดบ้างในการเรียนการสอนได้อย่างดีที่สุด คือ การสังเกตเพราะทำให้ทราบพฤติกรรมการสอนที่เกิดขึ้นจริงๆ ไม่ใช่พฤติกรรมประดิษฐ์ หรือพฤติกรรมทางอ้อมเหมือนการวัดด้วยข้อสอบ

ส่วนเชิดศักดิ์ โฆวาสิทธิ์ (2523) ได้กล่าวว่า การสังเกตเป็นการค้นหาข้อความจริง พฤติกรรมของบุคคลที่เกิดขึ้นในทันทีทันใด โดยอาจเลือกศึกษาจากพฤติกรรมที่บุคคลเหล่านั้นแสดงออกอยู่บ่อยจนเป็นปรกติวิสัย หรืออาจแสดงออกเป็นกรณีพิเศษก็ได้ การสังเกตเป็นการแสวงหาข้อความจริงของปรากฏการณ์ โดยอาศัยประสาทสัมผัสทั้งหลายของผู้สังเกตโดยตรง

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523) ได้กล่าวเสริมว่า การสังเกตนั้นจะต้องฟังด้วยหู ดูด้วยตา เพราะฉะนั้นก่อนจะสังเกตจะต้องทำความเข้าใจให้แจ่มแจ้งก่อนว่า “จะดูฟังอะไร” “จะเห็นหรือรับทราบได้อย่างไร” “จะสังเกตเมื่อไร” และสิ่งที่สังเกตได้หมายความว่าอย่างไร ซึ่งองค์ประกอบของการสังเกตที่ดี 5 ประการ คือ

1. จำกัดการสังเกตเป็นการเฉพาะเรื่องไป สิ่งที่อยู่นอกเป้าหมายจะต้องตัดออกไป
2. ต้องสังเกตอย่างมีความหมาย คือ แปลหรือตีความออกมาได้ว่าพฤติกรรมที่สังเกตเห็นนั้นมีความหมายอย่างไร
3. ต้องดูด้วยวิจารณญาณ จนสามารถเห็นรายละเอียดของประเด็นที่เราสังเกตได้
4. เมื่อสังเกตแล้วควรมีการบันทึกข้อความสั้นๆ และบันทึกตามความเป็นจริง
5. ในการสังเกตนั้นควรจะมีแบบสอบถามและแบบสำรวจต่างๆ ควบคู่ไปด้วย

ไพศาล หวังพานิช (2523) ได้ให้หลักการของการสังเกตการสอนไว้ว่า การที่จะให้ข้อมูลที่เที่ยงตรง เชื่อถือได้ จากการสังเกตการสอน การสังเกตการสอนนั้นจะต้องมีจุดมุ่งหมายอย่างชัดเจนว่าต้องการสังเกตพฤติกรรมใด พร้อมทั้งแจกแจงพฤติกรรมนั้นให้ละเอียดครอบคลุมทุกแง่ทุกมุม โดยต้อง

กำหนดอย่างรอบคอบว่า ถ้าผู้ถูกสังเกตมีพฤติกรรมนั้นจะมีกิริยาท่าทางกระทำอย่างไร ผู้สังเกตจะต้องมีการรับรู้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้สังเกตพฤติกรรมที่เกิดขึ้นได้ทันที การให้ผู้สังเกตหลายคน หรือการสังเกตหลายๆ ครั้งจะทำให้ผลเชื่อถือได้สูง ถ้าไม่จำเป็นจริงๆ แล้วไม่ควรให้ผู้ถูกสังเกตรู้ตัว เพราะจะทำให้ผู้ถูกสังเกตไม่ปฏิบัติพฤติกรรมตามที่เคยได้ปฏิบัติ

จากความหมายของการสังเกตที่ได้กล่าวมานั้น พอจะสรุปได้ว่า การสังเกตคือ การค้นหาข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นของพฤติกรรม การสังเกตที่จะให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริงนั้น เครื่องมือของการสังเกตต้องมีคุณภาพ ผู้สังเกตต้องมีว่องไวพร้อมทั้งมีประสบการณ์ในเรื่องที่จะสังเกตเป็นอย่างดี และผู้ถูกสังเกตจะต้องอยู่ในสภาวะที่เป็นปรกติมากที่สุด

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2531) ได้กล่าวถึง ประเภท หลักการและข้อดีข้อเสียของการสังเกตไว้ดังนี้คือ

1. การสังเกตทางตรง (Direct observation) เป็นการสังเกตที่ผู้สังเกตต้องเฝ้าดูเหตุการณ์หรือพฤติกรรมที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง โดยอาศัยประสาทสัมผัสทางตาเป็นส่วนใหญ่ รองลงมาคือหู

2. การสังเกตทางอ้อม (Indirect observation) เป็นการสังเกตที่ผู้สังเกตไม่ได้เห็นเหตุการณ์หรือพฤติกรรมทางเกิดด้วยตนเอง แต่อาศัยการถ่ายทอดด้วยเครื่องมืออย่างใหอย่างหนึ่ง เช่น สังเกตจากการถ่ายทำเป็นภาพยนตร์ ถ่ายภาพไว้ เป็นต้น

การสังเกตทางตรงสามารถแบ่งออกย่อยได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

ก. การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant observation) เป็นการสังเกตที่ผู้สังเกตเข้าไปมีส่วนร่วมในเหตุการณ์หรือกิจกรรมนั้นๆ ด้วย ผู้ถูกสังเกตอาจจะรู้ตัวหรือไม่รู้ตัวก็ได้ แต่ในกรณีที่ต้องการพฤติกรรมที่เป็นไปตามธรรมชาติและความเป็นจริง ก็ไม่ควรให้ผู้ถูกสังเกตรู้ตัว การสังเกตในลักษณะนี้ จะทำให้ได้เห็นพฤติกรรมหรือเหตุการณ์อย่างละเอียดทุกแง่ทุกมุม

ข. การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม (Nonparticipant observation) เป็นการสังเกตอยู่นอกวงกระทำตนเป็นผู้ดูอย่างเดียว ผู้ถูกสังเกตไม่รู้ตัวว่ามีคนคอยสังเกตอยู่ การสังเกตแบบนี้มีข้อเสียคือ ไม่สามารถติดตามดูพฤติกรรมทุกอย่างได้

นอกจากนี้การสังเกตยังสามารถแบ่งได้อีกหลายลักษณะ เช่น แบ่งเป็นการสังเกตโดยผู้ถูกสังเกตรู้ตัว (Known observation) กับการสังเกตโดยผู้ถูกสังเกตไม่รู้ตัว (Unknown observation) เป็นต้น หรือแบ่งเป็นการสังเกตแบบมีเค้าโครงกำหนดไว้ล่วงหน้า

หลักของการสังเกต

การสังเกตมีหลักดังนี้

1. ในการสังเกตต้องกำหนดจุดมุ่งหมายที่จะสังเกตไว้ให้แน่นอน โดยอาจทำเป็นรายการพฤติกรรมที่สังเกตไว้ล่วงหน้าอย่างชัดเจน พร้อมกับกำหนดไว้ว่าจะบันทึกการสังเกตอย่างไร

2. การสังเกต ต้องศึกษาเรื่องที่จะสังเกตไว้ให้มีพื้นความรู้

3. การสังเกต ต้องนิยามสิ่งที่จะสังเกตให้แจ่มชัดว่า หมายถึงอะไร มีขอบเขตแค่ไหน

4. การสังเกต ต้องกระทำอย่างมีระบบ เช่น กำหนดไว้ว่าจะสังเกตพฤติกรรมนั้นๆ ภายในเวลากี่นาที หรือกี่วินาที เป็นต้น

5. การสังเกต ต้องให้ได้ข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลได้

6. การสังเกต ผู้สังเกตต้องไม่มีอคติ

7. การสังเกต ผู้สังเกตต้องได้รับการฝึกฝนในเรื่องที่จะสังเกตมาเป็นอย่างดี

8. การสังเกต ต้องสังเกตอย่างละเอียดถี่ถ้วน

9. การสังเกต ต้องมีการบันทึกผลโดยทันที

10. ในการสังเกตควรใช้เครื่องมืออื่นๆ ประกอบด้วย เพื่อใช้ช่วยในการบันทึกการสังเกต ซึ่งอาจเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list) หรือมาตรส่วนประมาณค่า (Rating scale) หรือทั้ง 2 อย่าง

ลักษณะของผู้สังเกต

การสังเกตจะได้ผลดี ผู้สังเกตต้องมีลักษณะ 3 ประการ คือ

1. ต้องมีความตั้งใจ (Attention) ผู้สังเกตต้องมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอน และมีจิตใจจดจ่อต่อเรื่องที่จะสังเกต

2. ต้องมีประสาทสัมผัส (Sensation) ที่ดี คือ ประสาทสัมผัสต้องปกติและรับรู้ได้ไว ประสาทสัมผัสในที่นี้ ได้แก่ ตาและหู ตาต้องไม่บอดและหูไม่หนวก และรับรู้ได้ไว

3. ต้องมีการรับรู้ (Perception) ได้ดี ผู้สังเกตต้องพร้อมที่จะรับรู้และสามารถแปลความหมายสิ่งที่รับรู้นั้นได้ถูกต้อง นั่นคือการสังเกตขึ้นกับองค์ประกอบต่อไปนี้ด้วย ได้แก่

- แรงจูงใจ (Motivation) คือ ผู้สังเกตต้องมีความรู้สึกอยากสังเกต ในสิ่งที่จะสังเกตอย่างเต็มใจ และมีความรู้สึกเห็นคุณค่าในสิ่งที่จะสังเกต

- ความรังเกียจ (Prejudice) ผู้สังเกตไม่มีความรังเกียจกลุ่มตัวอย่าง โดยทางใดทางหนึ่ง

ต้องทำจิตใจให้ยุติธรรม ไม่ใช้ความรู้สึกส่วนตัวเข้าไปเกี่ยวข้อง ต้องสังเกตและบันทึกไปตามพฤติกรรมที่เกิด

- ปัญญา (Mental set) ผู้สังเกตต้องมีความรู้ในเรื่องที่จะสังเกต เป็นอย่างดี สามารถแปลความหมายพฤติกรรมที่สังเกตได้ถูกต้อง

- สภาพทางกาย (Physical condition) ผู้สังเกตต้องมีสุขภาพเป็นปกติ ไม่เจ็บป่วย หรืออยู่ในสภาพที่หิว ง่วงนอน เป็นต้น

ข้อดีข้อเสียของการสังเกต

ข้อดี สรุปได้ดังนี้

1. การสังเกตทางตรงทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องเป็นจริงได้มาก เพราะเป็นการเก็บข้อมูลจากแหล่งประฐมภูมิ

2. การสังเกตช่วยให้ได้ข้อมูลที่ผู้ถูกสังเกตไม่เต็มในที่จะเล่าออกมาเป็นคำพูด อาจเพราะไม่แน่ใจในข้อเท็จจริงหรือกลัวว่าบอกแล้วจะเป็นภัยแก่ตนเองหรือเป็นการเสื่อมเสียบุคคลิกลักษณะของตนไป

3. การสังเกตช่วยในการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากการใช้วิธีการอื่นๆ ทั้งยังใช้เป็นวิธีตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของข้อมูลที่ใช้วิธีการอื่นๆ อีกด้วย

ข้อเสีย หรือข้อจำกัด สรุปที่สำคัญได้ดังนี้

1. การสังเกต มักจะขาดความเป็นปรนัย เพราะข้อมูลที่ได้ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพต้องเปลี่ยนเป็นเชิงปริมาณ เพื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ ทำให้แปลความหมายไม่ตรงกันได้

2. การสังเกตไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ทั่วถึงทุกแง่ทุกมุม เพราะผู้สังเกตต้องสังเกตเฉพาะบางเรื่องที่กำหนดไว้เท่านั้น ดังนั้นจึงอาจพลาดในพฤติกรรมบางอย่างที่ควรสังเกตไปได้

3. การสังเกต ถ้าผู้สังเกตไม่มีความรู้ในเรื่องที่จะสังเกต และขาดการฝึกฝน ข้อมูลที่ได้อาจคลาดเคลื่อนได้

4. การสังเกต อาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ อันเนื่องจากความอคติ

5. การสังเกต ต้องอาศัยการจดบันทึกผลที่รวดเร็วและแม่นยำ ถ้าการจดบันทึกไม่ดีผลคลาดเคลื่อนได้

ในการสังเกตการสอน ถ้าผู้สอนมีเครื่องมือสำหรับใช้ในการบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นที่มีประสิทธิภาพก็จะทำให้สามารถรวบรวมพฤติกรรมของผู้ถูกสังเกตได้อย่างละเอียด ถี่ถ้วน และได้ผลครอบคลุมตามจุดประสงค์ของการสังเกตการสอนที่วางไว้ และมีความเที่ยงมากที่สุดอันจะทำให้การ

สังเกตมีความเป็นปรนัยสูง วิธีการที่นิยมกันว่าใช้ได้ดีที่สุด คือการสังเกตการสอนอย่างมีระบบ (Systematic Observation of Teaching)

โอเบอร์ (Ober 1967 อ้างถึงใน ทองสุข รวยสูงเนิน 2529) ได้แบ่งเครื่องมือการสังเกตออกเป็น 2 ระบบ ดังนี้คือ

1. Sign System เป็นเครื่องมือที่มุ่งสังเกตพฤติกรรมหลายๆ ด้าน (Multiple Dimension) แบบสังเกตตามระบบนี้จะรวบรวมรายพฤติกรรมต่างๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในชั้นเรียนในช่วงเวลาที่สังเกตไว้มากที่สุด ผู้สังเกตจะทำบันทึกหรือทำเครื่องหมายเพื่อบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้น การบันทึกผลการสังเกตด้วยวิธีนี้ จะแสดงให้เห็นเหตุการณ์หรือพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงการสังเกตและแสดงให้เห็นว่า พฤติกรรมแต่ละพฤติกรรมเกิดขึ้นบ่อยหรือไม่เพียงใด เครื่องมือสังเกตที่ใช้ระบบ Sign System เช่น OSCAR II

วิจิตร ศรีสะอ้าน (2525 อ้างถึงในดิเรก สุขสุนัย 2529) ได้กล่าวถึง OSCAR II ไว้ว่า OSCAR II เป็นชื่อของเครื่องมือสังเกต ย่อมาจาก Observation Schedule and Record II ลักษณะของ OSCAR II เป็นเครื่องมือที่มุ่งวัดพฤติกรรมในชั้นเรียนลักษณะ Multiple Dimension of Classroom Observation Behavior ผู้สร้างเครื่องมือนี้ คือ Donale M.Medley และ Harold E. Mitzel โดยปรับปรุงจาก OSCAR ข้อดีของ OSCAR II คือ สามารถใช้สังเกตได้เพียงคนเดียวมีวิธีบันทึกที่ง่าย สามารถสังเกตพฤติกรรมได้หลายอย่าง

เครื่องมือ OSCAR II มีส่วนประกอบอยู่ 4 ส่วนคือ

1. ส่วนที่เกี่ยวกับกิจกรรม (Activities Section)
2. ส่วนที่เกี่ยวกับวัสดุ (Materials Section)
3. ส่วนที่เกี่ยวกับการแสดงออก (Sign Section)
4. ส่วนที่เกี่ยวกับการแสดงออกทางพฤติกรรมอย่างมีความหมาย (Expressive Behavior Section)

ในการสังเกตการสอน ผู้สังเกตจะบันทึกผลการสังเกตโดยคารใส่เครื่องหมาย / (รอยคะแนน) ตามรายพฤติกรรมที่ผู้ถูกสังเกตปฏิบัติ รายพฤติกรรมที่ระบุไว้ในเครื่องมือ OSCAR II ในแต่ละส่วนมีดังนี้

1) ส่วนที่เป็นกิจกรรม รายพฤติกรรมที่ระบุในส่วนนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย คือ

1.1 ส่วนที่เป็นกิจกรรมครู มีรายพฤติกรรมที่ระบุไว้ เช่น ทำงานกับเด็กเป็นรายบุคคล ทำงานกับเด็กเป็นกลุ่มๆ ถามคำถาม ฯลฯ

1.2 ส่วนทีเป็นกิจกรรมที่นักเรียน มีรายพฤติกรรมที่ระบุไว้เช่น อ่านหนังสือ ทำงานอยู่ที่โต๊ะ ระบายสี ฯลฯ

ส่วนที่เป็นกิจกรรมของครูและนักเรียนนี้ ให้ผู้สังเกตบันทึกผล 1 ครั้ง ภายใน 5 นาที

2) ส่วนที่เกี่ยวกับวัสดุ มีรายพฤติกรรมที่ระบุไว้ เช่น กระดานดำ ป้ายนิเทศ แผนที่ สไลด์ ฟิล์ม ฯลฯ ในส่วนนี้ผู้สังเกตบันทึกผล 1 ครั้ง ภายใน 5 นาที

3) ส่วนที่เกี่ยวกับการแสดงออก มีรายพฤติกรรมที่ระบุไว้เช่น ครูเคลื่อนไหวอย่างอิสระ นักเรียนเคลื่อนไหวอย่างอิสระ ฯลฯ ในส่วนนี้ให้ผู้สังเกตบันทึกผล 1 ครั้ง ภายใน 5 นาที

4) ส่วนที่เกี่ยวกับการแสดงออกทางพฤติกรรมอย่างมีความหมาย มีรายพฤิตกรรมที่ระบุไว้ เช่น ครูมองและแสดงการยอมรับนักเรียน ให้คำสนับสนุนแก่นักเรียน แก้ปัญหาให้นักเรียน ฯลฯ ในส่วนนี้ให้ผู้สังเกตบันทึกผล 1 ครั้ง ภายใน 10 นาที

2. Category System เครื่องมือสังเกตพฤติกรมการสอนที่อยู่ในประเภทนี้ มุ่งที่จะสังเกตพฤติกรรมเพียงด้านเดียว (Single Dimension) ในชั้นเรียน (นพพงษ์ บุญจิตราดุลย์ ในกรมสามัญศึกษา 2521) เครื่องมือประเภท Category System ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ เครื่องมือสังเกตพฤติกรรมทางวาจาของ เนด เอ แฟลนเดอร์ (Ned A. Flanders) ที่เรียกย่อๆ ว่า FIAC ซึ่งย่อมาจาก Flanders 's Interaction Analyses Categories เพื่อใช้สังเกตปฏิสัมพันธ์ทางวาจาและการแสดงออกระหว่างครูและนักเรียน การบันทึกพฤติกรรมจะบันทึกทุก 3 วินาที

Category System เป็นวิธีที่กำหนดลักษณะย่อยต่างๆ ซึ่งประกอบเข้าเป็นพฤติกรรมด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว ลักษณะประกอบเหล่านั้นเป็นอิสระแก่กัน และมีคำอธิบายเกี่ยวกับลักษณะประกอบนั้นไว้อย่างแจ่มชัด เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูลของผู้สังเกต ฉะนั้น ระบบนี้จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2523) ได้ยกตัวอย่างของเครื่องมือทีใช้ระบบนี้คือ Withall's System, Flander's Interaction Analysis Categories (FIAC) หรือ Verbal Interaction Category System (VICS) ซึ่งแบ่งพฤติกรรมที่จะสังเกตออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. พฤติกรรมครู

ก. ครูเป็นผู้พูดก่อน

1. ครูให้ความรู้ ความคิดเห็น
2. ครูออกคำสั่ง
3. ครูถามปัญหาแคบ
4. ครูถามปัญหากว้าง

ข. ครูเป็นผู้ตอบสนอง

5. ครูตอบรับ โดยสังเกตจาก

5.1 ความคิดของครู

5.2 พฤติกรรม

5.3 ความรู้สึก

6. ครูตอบปฏิเสธ โดยสังเกตจาก

6.1 ความคิด

6.2 พฤติกรรม

6.3 ความรู้สึก

2. พฤติกรรมของนักเรียน

ค. นักเรียนตอบสนอง

7. ตอบสนองครู

8. ตอบสนองเพื่อนนักเรียน

ง. นักเรียนเป็นผู้พูดก่อน

9. พูดกับครู

10. พูดกับเพื่อนักเรียน

3. พฤติกรรมอื่นๆ

11. เงียบ

12. ภาวะสับสน

จากการศึกษาแบบสังเกตพฤติกรรมการสอนทั้ง 2 ระบบนี้ จะมีความแตกต่างกันในด้านต่างๆ แต่ความมุ่งหมายของการใช้ คือจะใช้วัดพฤติกรรมของผู้ถูกสังเกต ถ้าผู้วิจัยต้องการพฤติกรรมเพียงด้านเดียว ควรใช้ระบบ Category System และถ้าผู้วิจัยต้องการวัดพฤติกรรมหลายๆ ด้าน และไม่ทราบว่าพฤติกรรมด้านใดสำคัญ ก็ควรเลือกใช้ระบบ Sign System

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ

สิรินธร สุนทราภิวัฒน์ (2526) ได้ศึกษาเรื่อง ปัญหาการประเมินผลการเรียน การสอนของครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร โดยส่งแบบสอบถามไปยังครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 180 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า

1. ครูวิทยาศาสตร์ประสบปัญหาจากการปฏิบัติตามระเบียบการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ในระดับปานกลาง ในเรื่องการจัดทำข้อสอบรวมไว้ใช้ในกลุ่มโรงเรียน และการประเมินผลด้านความรู้สึก นอกจากนี้มีครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 49.43 ไม่ได้จัดทำข้อสอบร่วมไว้ใช้ในกลุ่มโรงเรียน

2. ครูวิทยาศาสตร์ประสบปัญหาด้านการสร้างข้อสอบในระดับปานกลาง ในเรื่องการสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมในการออกข้อสอบแต่ละครั้ง และการสร้างข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้มีครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 33.71 ไม่ได้สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมในการออกข้อสอบแต่ละครั้ง

3. ครูวิทยาศาสตร์ประสบปัญหาจากวิธีดำเนินการวัดผลในทุกด้านและการตัดสินผลการเรียนในทุกด้าน ในระดับน้อยหรือน้อยที่สุด

4. ครูวิทยาศาสตร์ต้องการความช่วยเหลือเกี่ยวกับกับประเมินผลการเรียนการสอนในทุกด้านระดับมาก คือ ต้องการให้มีการสร้างข้อสอบมาตรฐานให้ครูยืมใช้ ต้องการให้ผู้บริหารโรงเรียนจัดหาเอกสาร ตำรา และอุปกรณ์ในการประเมินผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ต้องการให้มีการระบุจุดประสงค์การเรียนของแต่ละบทให้ละเอียดว่าจะวัดพฤติกรรมอะไรบ้างในแต่ละเนื้อหา ต้องการให้ฝ่ายวิชาการของโรงเรียนติดตามความก้าวหน้าในด้านการประเมินผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ และต้องการให้มีการจัดอบรมครูวิทยาศาสตร์ เรื่องการประเมินผลการเรียนการสอน

นุกรานต์ นิ่มศิริ (2527) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์ และศึกษานิเทศก์สาขาวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยส่งแบบสอบถามไปยังครูวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์ ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค จำนวน 180 คน และศึกษานิเทศก์สาขาวิทยาศาสตร์ ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ในด้านกิจกรรมการเรียนการสอนมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง และข้อที่เห็นว่ามีปัญหาอยู่ในระดับมาก คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดไว้ในคู่มือครูให้เหมาะกับสภาพของโรงเรียน

การกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและแสดงความคิดเห็น การนำวิธีสอนใหม่ๆ มาใช้ และการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนในด้านอุปกรณ์การสอนมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง ข้อที่เห็นว่ามีปัญหาอยู่ในระดับมากคือ การซ่อมแซมอุปกรณ์ การใช้อุปกรณ์ร่วมกัน ทำให้ชำรุดและควบคุมยาก อุปกรณ์ส่วนใหญ่ยังมีมาตรฐานไม่ดี ทดลองไม่ได้ผล ในด้านการวัดผลและประเมินผล มีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง ข้อที่เห็นว่าเป็นปัญหาอยู่ในระดับมากคือ การสร้างข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความสามารถและทักษะในการสร้างข้อสอบพฤติกรรมด้านต่างๆ และการสอบซ่อมจุดประสงค์การเรียนรู้ที่นักเรียนไม่ผ่าน และในด้านแบบเรียนและหนังสือที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง

สุทิน สกลนุรักษ์ (2528) ได้ศึกษาการนำเสนอรูปแบบการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นอาจารย์ที่ปรึกษากิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ จำนวน 82 คน และนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตร จำนวน 280 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร จำนวน 14 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ควรดำเนินการในรูปของชุมนุม ซึ่งประกอบด้วยฝ่ายบริหาร อาจารย์ที่ปรึกษากิจกรรม คณะกรรมการดำเนินงาน และสมาชิก จุดประสงค์ที่สำคัญในการจัดกิจกรรม คือ ฝึกนักเรียนในการทำงานเป็นกลุ่ม ผู้กำหนดประเภทของกิจกรรมควรเป็นอาจารย์ที่ปรึกษากิจกรรม คือ ฝึกนักเรียนในการทำงานเป็นกลุ่ม ผู้กำหนดประเภทของกิจกรรมควรเป็นอาจารย์ที่ปรึกษากิจกรรม ร่วมกับคณะกรรมการดำเนินงานและสมาชิก เวลาที่ใช้จัดกิจกรรมควรใช้เวลาสัปดาห์ละ 2 คาบ งบประมาณในการจัดกิจกรรมควรได้มาจากเงินบริจาค เงินบำรุงการศึกษา และการจำหน่ายผลงานของสมาชิก การประเมินผลนักเรียนที่เข้าร่วม ควรประเมินโดยอาจารย์ที่ปรึกษากิจกรรมด้วยการนับเวลาเข้าร่วมของนักเรียน นอกจากนั้นควรมีการประเมินผลโดยตัวนักเรียนเองและโดยเพื่อนๆ

สรยุทธ สืบแสงอินทร์ (2529) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์ครูวัดผล และผู้บริหารเกี่ยวกับปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการประเมินผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ตัวอย่างประชากรเป็นครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 180 คน ครูวัดผล จำนวน 99 คน และผู้บริหารจำนวน 76 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า

1. ตัวอย่างประชากรทั้ง 3 กลุ่ม มีความคิดเห็นโดยเฉลี่ยสอดคล้องกันว่า ปัญหาการประเมินผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน มีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง

2. ตัวอย่างประชากรทั้ง 3 กลุ่ม มีความคิดเห็นว่า ปัญหาในด้านการสร้างข้อสอบที่เป็นปัญหาในระดับมาก คือปัญหาครูส่วนใหญ่ไม่ได้ทำการสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมในการออกข้อสอบแต่ละครั้ง และปัญหาข้อสอบที่วัดพฤติกรรมด้านความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้ของนักเรียนนั้น สร้างยาก

3. ตัวอย่างประชากรทั้ง 3 กลุ่ม มีความคิดเห็นว่า ปัญหาในด้านวิธีดำเนินการวัดผลที่เป็นปัญหาในระดับมากคือ ปัญหานักเรียนขาดความสนใจมาสอบซ่อมในจุดประสงค์ที่ไม่ผ่านตามกำหนดเวลาที่นัดหมาย และปัญหาการวัดผลจากการสังเกต ทำได้ยากและไม่ทั่วถึง เพราะนักเรียนในแต่ละห้องมีจำนวนมากเกินไป

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2530) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกลวิธีสอนคุณภาพของกลวิธีสอน เวลาที่ใช้ในการเรียนกับสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และครูวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2529 ผลการวิจัยพบว่า

เมื่อใช้นักเรียนเป็นหน่วยวิเคราะห์พบว่า กลวิธีสอนโดยเฉลี่ย คุณภาพของกลวิธีสอนโดยเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการเรียนโดยเฉลี่ย และความคงที่ของเวลาที่ใช้ในการเรียน มีความสัมพันธ์กัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านวิชาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยวิเคราะห์พบว่า กลวิธีสอนโดยเฉลี่ย คุณภาพของกลวิธีสอนโดยเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านวิชาการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ธาริณี เจียรวัฒนะ (2531) ได้ศึกษาพฤติกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมผลสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์ตามการรับรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียวิทยาศาสตร์สูงจำนวน 263 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้นจากโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร การวิเคราะห์ข้อมูลในการหาค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมการสอนของครูที่ตัวอย่างประชากรส่วนใหญ่รับรู้ว่า พฤติกรรมการเรียนการสอนที่มีส่วนส่งเสริมการเรียนในระดับมากที่สุด คือ การให้เนื้อหาที่ชัดเจน การยกตัวอย่าง การเฉลยข้อสอบเพื่อให้นักเรียนรู้ข้อบกพร่องของตนเองทุกครั้ง การให้การบ้าน แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบเสมอ ครูมีความรู้สึกที่ดีต่อนักเรียนเสมอ ครูเข้าใจความรู้สึกและปัญหาของนักเรียน การสร้างบรรยากาศที่ดีในชั้นเรียน ครูมีอารมณ์มั่นคง แก้ปัญหาโดยใช้เหตุผล ใจกว้างและโอบอ้อมอารี

ณัฐจรี เลขะวัฒนพงษ์ (2533) ได้ศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษาที่ได้รับรางวัลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ดีเด่น ตัวอย่างประชากรเป็นหัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ จำนวน 35 คน ครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 203 คน และครูที่ปรึกษากิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 59 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า

1. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูมีกาทำแผนการสอนกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ตามกลุ่มโรงเรียน ให้นักเรียนใช้หนังสือของ สสวท. ดำเนินการสอนตามแนวทางที่กำหนดไว้ในคู่มือครูของ สสวท. ให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองเกือบทุกการทดลอง ใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย ใช้โสตทัศนูปกรณ์และนวัตกรรมต่างๆ ช่วยในการเรียนการสอน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ฝึกให้แก่นักเรียนในระดับมาก ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2. ด้านการจัดการเกี่ยวกับอุปกรณ์ สารเคมี และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ครูจัดเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เป็นหมวดหมู่ ตามชนิดและขนาด ตามระดับชั้นและรายวิชา และตามการใช้ประโยชน์ ส่วนสารเคมีแยกเก็บตามลำดับตัวอักษรของชื่อสาร มีการจัดห้องปฏิบัติการถูกต้องตามแนวการจัดห้องปฏิบัติการ

3. ด้านการวัดและประเมินผล ประเมินจากการทำแบบฝึกหัด การปฏิบัติการทดลอง การตอบคำถาม การเขียนรายงาน และจากการใช้แบบทดสอบแบบปรนัย

4. ด้านการจัดสอนซ่อมเสริม จัดให้แก่นักเรียนที่ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ ใช้การจัดสอนเป็นกลุ่มย่อย และใช้วิธีให้นักเรียนสอนกันเอง

5. ด้านการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ มีการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทุกสัปดาห์ และช่วงสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ กิจกรรมที่ส่วนใหญ่จัดคือการตอบปัญหาวิทยาศาสตร์ และการจัดนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์

พงษ์ศักดิ์ แป้นแก้ว (2534) ได้ศึกษาเรื่องการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น ระดับมัธยมศึกษา ตัวอย่างประชากร คือ ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น ระดับมัธยมศึกษาที่ได้รับรางวัลครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น จากสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตั้งแต่ พ.ศ. 2525-2534 จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัย พบว่า

1. ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นส่วนใหญ่เตรียมการสอนล่วงหน้าทุกาครั้ง โดยการเตรียมสื่อที่จะใช้และอ่านวารสารทางวิชาการอย่างสม่ำเสมอ

2. ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นส่วนใหญ่ดำเนินการสอน โดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ตามแนวทางของสถาบันเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสทว.) มีการดัดแปลงเนื้อหาและกิจกรรมการทดลองบ้าง โดยครูส่วนใหญ่ไม่พบปัญหาหรืออุปสรรค แต่ถ้าพบส่วนใหญ่เกิดจากสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรียน มีการยกตัวอย่างจากหนังสือพิมพ์และวารสารต่างๆ มาประกอบเรื่องที่สอนด้วย

3. ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นส่วนใหญ่เลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่ตรงกับเนื้อหาและใช้เกณฑ์อื่นๆ ประกอบเช่น เป็นวัสดุที่หาได้ง่าย ราคาถูก และใช้ประโยชน์ได้คุ้มค่า ครูส่วนใหญ่สามารถผลิตสื่อการเรียนการสอนขึ้นได้ด้วยตนเอง มีการนำเอาโสตทัศนวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ มาใช้ประกอบการเรียนการสอนเป็นบางครั้ง แต่ไม่เคยนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนเลย

4. ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นส่วนใหญ่สร้างเครื่องมือวัดผลการเรียนขึ้นใช้เองโดยใช้คู่มือการวัดผลของกลุ่มโรงเรียนประกอบ ส่วนใหญ่ใช้ข้อสอบแบบปรนัยมากกว่าเครื่องมือชนิดอื่นๆ

5. ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นส่วนใหญ่จัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรให้นักเรียนได้ปฏิบัติทั้งในและนอกชั้นเรียน โดยกิจกรรมที่จัดในชั้นเรียนส่วนใหญ่คือให้ดูสไลด์หรือวีดิทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน และกิจกรรมที่จัดนอกชั้นเรียนส่วนใหญ่ คือ ให้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และทำโครงการหรือจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

6. ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นส่วนใหญ่จัดสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่เรียนอ่อน โดยมีการศึกษา สาเหตุของปัญหาและเตรียมการสอนก่อนเข้าสอน ส่วนใหญ่จัดสอนในคาบซ่อมเสริมและใช้การสอนแบบกลุ่มย่อย

เฉลิมขวัญ ภูมี (2535) ได้ศึกษาพฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ของครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดขอนแก่น ตัวอย่างประชากรเป็นครูสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมปีที่ 1 จำนวน 32 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดขอนแก่น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการเข้าใจไปสังเกตพฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของครูในห้องเรียนด้วยตัวเอง พร้อมบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้น วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าร้อยละ แล้วนำเสนอในรูปตารางประกอบคำอธิบาย ผลการวิจัยพบว่า

1. พฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปปฏิบัติ ได้แก่

1.1 การให้นักเรียนทำการทดลองหรือทำกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะต่างๆ ซึ่งได้แก่ทักษะการสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูล การวัด การสื่อตความหมายข้อมูล การกำหนดและควบคุมตัวแปรการทดลอง การตีความหมายจากข้อมูล และลงข้อสรุป

1.2 การให้ความรู้ด้วยการอธิบาย การนำเสนอหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับทักษะต่างๆ ซึ่งได้แก่ ทักษะการสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูล การวัด การสื่อความหมายข้อมูลการตั้งสมมติฐาน

และทักษะการพยากรณ์

1.3 การสาธิตการใช้ทักษะบางทักษะให้นักเรียนดู ซึ่งได้แก่ เทคนิคในการวัดด้วยเครื่องมือบางชนิด

1.4 การชี้แนะเทคนิคในการใช้ทักษะบางอย่าง ได้แก่ เทคนิคในการวัดด้วยเครื่องมือบางชนิด

1.5 การนำตัวอย่างการใช้ทักษะบางทักษะมาให้นักเรียนศึกษา เช่น การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ

1.6 การใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดหรือแสดงพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะต่างๆ ซึ่งได้แก่ ทักษะการสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การกำหนดและควบคุมตัวแปรและการตั้งสมมติฐาน

1.7 การอภิปรายร่วมกับนักเรียนในการสอนบางทักษะ ซึ่งได้แก่ ทักษะการสังเกตและทักษะการวัด

1.8 การให้นักเรียนบอกวิธีการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ในบางทักษะ คือ ทักษะการวัด

1.9 การให้นักเรียนลงข้อสรุปจากข้อมูลในการทดลอง และครูประเมินหรือตรวจข้อสรุปของนักเรียน

2. พฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ตัวอย่างประชากร น้อยกว่าร้อยละ 50 ปฏิบัติ ได้แก่ พฤติกรรมการสอนทักษะการจำแนกประเภท การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปส/สเปส สเปส/เวลา และการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

สุภร ปุริสังคหะ (2535) ได้ศึกษาพฤติกรรมการเรียนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนสังกัดกรมการฝึกหัดครู กรมสามัญศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการคำนวณค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า

1. พฤติกรรมการเรียนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ตัวอย่างประชากรโดยเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 50 ปฏิบัติคือ พฤติกรรมการเรียนทักษะการสังเกต พฤติกรรมการเรียนทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล พฤติกรรมการเรียนทักษะการทดลอง และพฤติกรรมการเรียนทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2. พฤติกรรมการเรียนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ตัวอย่างประชากรโดยเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 10 แต่น้อยกว่าร้อยละ 50 ปฏิบัติคือ พฤติกรรมการเรียนทักษะการวัด พฤติกรรมการเรียน

ทักษะการคำนวณ พฤติกรรมการเรียนทักษะการพยากรณ์ พฤติกรรมการเรียนทักษะการตั้งสมมติฐาน พฤติกรรมการเรียนทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

3. พฤติกรรมการเรียนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ตัวอย่างประชากรโดยเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 10 ปฏิบัติคือ พฤติกรรมการเรียนทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

4. พฤติกรรมการเรียนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ไม่พบ คือ พฤติกรรมการเรียนทักษะการจำแนกประเภท พฤติกรรมการเรียนทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลและพฤติกรรมการเรียนทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

งานวิจัยต่างประเทศ

เรซบา ริชาร์ด เจมส์ (Rezba, Richard Jemes 1972) ได้ทดลองวิจัยเพื่อพัฒนาการสอนของครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการให้มีการเปลี่ยนบทบาทของครูวิทยาศาสตร์ให้เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้น้อยลง เปลี่ยนจากการอภิปรายไปสู่กิจกรรมการทดลองมากขึ้น เป็นผู้นำในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ผลของการฝึก พบว่า อัตราส่วนระหว่างพฤติกรรมโดยอ้อมต่อพฤติกรรมโดยตรงเพิ่มขึ้น และผู้ได้รับการฝึกลดการบรรยายลงมาก

ออร์เกรน เจมส์ (Orgren James 1974) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์ที่สอนหลักสูตรใหม่วิชาธรณีวิทยา ในปี ค.ศ. 1973 โดยทำการคัดเลือกจากครูวิทยาศาสตร์ที่สอนนักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นจากปี 1971 - 1972 จำนวน 28 คน แล้วเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างของกิจกรรมและวิธีการสอนที่ครูใช้ ผลปรากฏว่า ครูที่สนับสนุนและยอมรับหลักสูตรนี้จะพยายามหาวิธีสอนและกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้เป็นผลดีต่อการสอน และมีการใช้อุปกรณ์การสอนใหม่ๆ เพิ่มมากขึ้น

สตอลลิงส์ ยูเร็ตต์ เอส และ ดับเบิลยู อาร์ ซินเดอร์ (Stallings Euerett S. and W. R. Synder 1977) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของครูและนักเรียนในหลักสูตรวิทยาศาสตร์แนวใหม่ที่มีการใช้กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้เป็นหลัก กับหลักสูตรแบบเก่าที่ไม่ใช้กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ โดยศึกษาจากครูหลักสูตรใหม่ 23 คน หลักสูตรเก่า 25 คน และนักเรียนหลักสูตรใหม่จำนวน 178 คน หลักสูตรเก่า 165 คน ได้ผลดังนี้

1. เวลาที่ครูใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่า ในหลักสูตรใหม่และหลักสูตรเก่า ต่างกันในเรื่อง การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนของครู การให้คำแนะนำของครู และการตอบคำถาม การใช้คำถามที่ยั่วยุนักเรียนให้ทำกิจกรรม

2. ครูที่สอนตามหลักสูตรเก่าใช้เวลาร้อยละ 79.4 ของเวลาสอนในชั้นเรียนกับนักเรียนทั้งชั้น และร้อยละ 20.6 กับนักเรียนในกลุ่มย่อย แต่ครูที่สอนหลักสูตรใหม่ใช้เวลา 80.3 กับนักเรียนกลุ่มย่อย และร้อยละ 19.7 กับนักเรียนทั้งชั้น

3. ในเรื่องกทารใช้คำถามที่ยั่วยุนักเรียนให้ทำกิจกรรม พบว่า ครูหลักสูตรใหม่ใช้เวลาร้อยละ 16.3 ของการสอนในชั้นเรียนที่ช่วยนำนักเรียนไปสู่กิจกรรมการทดลอง แต่ครูวิทยาศาสตร์เก่าใช้เวลาในเรื่องนี้เพียงร้อยละ 7.8 และกิจกรรมของครูในหลักสูตรเก่า คือการบรรยายเป็นส่วนใหญ่

โจ ซี ลอง, เจมส์ อาร์ โอเค และ รุสเซเอส ยีนนี (Joe C. Long, James R. Okey and Russell H. Yeany 1978) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับเกรด 8 จำนวน 159 คน ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมจากครู และจากการซ่อมเสริมด้วยตนเองของนักเรียน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม นักเรียนได้รับการสอนด้วยอุปกรณ์การสอนที่เหมือนกันกับอีก 2 กลุ่ม เว้นแต่ว่าไม่มีการให้อะไรเพิ่มเติม ไม่มีการทดสอบเพื่อวินิจฉัยและไม่มีการสอนซ่อมเสริม กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่นักเรียนซ่อมเสริมตนเอง นักเรียนจะถูกกำหนดให้อ่าน ทำแบบฝึกหัด จับกลุ่มกันสาธิตและมีบัญชีติดตาม มีการทดสอบวินิจฉัยดูความก้าวหน้าของแต่ละบุคคล มีการแจ้งผลการทดสอบให้นักเรียนทราบเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขตนเอง โดยครูไม่ยุ่งเกี่ยว กลุ่มทมี่ 3 เป็นกลุ่มที่ครูทำการสอนซ่อมเสริม นักเรียนจะได้รับการปฏิบัติเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 2 เว้นแต่ว่ามีการให้งานพิเศษ ซึ่งเป็นงานที่ออกแบบไว้สำหรับการแก้ไขสิ่งที่นักเรียนทำผิดจากผลการทดสอบวินิจฉัยและมีการทดสอบ เพื่อติดตามความก้าวหน้า ถ้ามีปัญหา ครูจะพยายามสอนให้เป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมจากครูโดยตรงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. คะแนนเฉลี่ยด้านเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอ เจ ไชย์แมนสกี้ และ พีนิค เจ อี (A. J. Shymansky and Penick J. E. 1981) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการสอนแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากโรงเรียนรัฐบาลในรัฐฟลอริดา โดยแบ่งกลุ่มครูออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม

ที่ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรม (Teacher Structured) และกลุ่มที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้กำหนดกิจกรรม (Student Structured) ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนในกลุ่มที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้กำหนดกิจกรรม มีความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาที่ดีกว่ากลุ่มที่ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรม นอกจากนี้ยังพบอีกว่าการจัดห้องเรียนแบบนักเรียนเป็นผู้กำหนดกิจกรรม ยังทำให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาเกิดแรงจูงใจภายใน และเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

โจซัว อีดาร์ และ ยูริ กาเนียล (Joshua Idar and Uri Ganiel 1985) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเรียนฟิสิกส์ที่ยากๆ ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย : การพัฒนาวิธีสอนซ่อมเสริม และการประเมินผลกระทบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตัวอย่างประชากรที่ใช้ศึกษาเป็นนักเรียนระดับ 9 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาประเทศอิสราเอล ครูที่เข้าร่วมโครงการทดลอง ส่วนใหญ่มาจากการอาสาสมัคร การคัดเลือกครูใช้วิธีการเรียงรายชื่อตามภูมิหลังการศึกษา และประสบการณ์ในการสอน แล้วจัดครูเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยวิธีการสุ่ม ครูในกลุ่มทดลองจะใช้วิธีการสอนแบบใหม่ไปพร้อมกับการสอนตามปกติ ส่วนครูในกลุ่มควบคุมจะสอนไปตามปกติธรรมดา รูปแบบการสอนซ่อมเสริมที่พัฒนาขึ้นนี้ มีลักษณะที่จะให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนบ่อยๆ ในทันที เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและแก้ความเข้าใจผิดต่างๆ ที่เกิดขึ้น ในขณะเดียวกันครูก็จะคอยดูแลความก้าวหน้าของนักเรียนแต่ละคนอย่างต่อเนื่อง กระบวนการทั้งหมดนี้จัดขึ้นในห้องเรียนตามธรรมชาติ โดยไม่มีการเพิ่มบุคลากรหรือเวลา เมื่อได้ทดลองเป็นเวลา 7 เดือน ผลปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ค่าความแปรปรวนจำนวน 47% นั้น เป็นตัวแปรปรวนร่วมที่เกี่ยวกับพื้นภูมิหลังของนักเรียนถึง 24% และเป็นผลจากวิธีการสอนแบบใหม่ 16% ทั้งพื้นภูมิหลังของนักเรียนและวิธีการสอนแบบใหม่มีผลต่อสัมฤทธิผลทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลจากครูเพียง 7% ซึ่งจะไม่มีผลต่อสัมฤทธิผลทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โรเบิร์ต ชาร์ลส์ (Robert Charles 1987) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านปฏิบัติการทดลอง การพัฒนาสติปัญญา และกลวิธีการสอนของนักเรียนที่เรียนชีววิทยา ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนที่เรียนชีววิทยา ระดับ 9 ในโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัยเทมเปิล ผลการวิจัยพบว่า

1. ความรู้ด้านปฏิบัติการ ระดับการพัฒนาทางสติปัญญาและกลวิธีการสอนมีความสัมพันธ์กันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ

2. กลวิธีการสอนที่แตกต่างกัน ทำให้การพัฒนาทางสติปัญญาต่างกัน

3. กลวิธีการสอนที่เลือกใช้การปฏิบัติการทดลองทำให้เพิ่มความรู้ความเข้าใจมากขึ้น

จากงานวิจัยทั้งภายในและต่างประเทศที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนต่างๆ พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่จะพบปัญหาในการจัดการเรียนการสอนในด้านต่างๆ เช่น ด้านการเตรียมการเรียนการสอน ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน ด้านการวัดและประเมินผล และด้านการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนการสอนหน่วยที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดกรุงเทพมหานคร เพื่อเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางต่อการจัดการเรียนการสอนหน่วยที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของครูผู้สอนในโรงเรียนอื่นๆ ต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย