

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งพอจะนำเสนอเป็นแนวทางในการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. ความสำคัญและการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลอง
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความรู้ความเข้าใจการปฏิบัติการทดลอง
3. การวัดพฤติกรรมด้านปฏิบัติการ
4. ระบบการสอนและการสอนเสริม
5. แผนการสอนและการสอนตามคู่มือครู
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสำคัญและการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลอง

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้เน้นความสำคัญของการปฏิบัติการทดลอง อันจะนำไปสู่การเรียนรู้ การฝึกทักษะต่าง ๆ และวิธีการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง มีผู้กล่าวถึงความสำคัญของการปฏิบัติการทดลองไว้ดังนี้

เอมเมอร์ (Emmer, 1970, p. 160) กล่าวว่า "ในการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หรือ การฝึกฝนในวิชาอื่น ๆ ไม่เพียงแต่จะฝึกฝนความชำนาญของกล้ามเนื้อหรืออวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายเท่านั้น ยังรวมถึงการฝึกทักษะในการแก้ปัญหา การรวบรวมรายละเอียดเพื่อให้เกิด มโนทัศน์และก่อให้เกิดเจตคติที่ดีในวิชานั้น ๆ อีกด้วย"

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1976, pp. 59-60) กล่าวเกี่ยวกับความสำคัญของกิจกรรม ปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ไว้สรุปได้ว่า การทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เปิดโอกาส ให้มีการเรียนรู้ถึงวิธี

การอย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ช่วยให้เกิดความรู้สึกซาบซึ้งต่อบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ และช่วยให้เข้าใจขอบเขตของวิชาวิทยาศาสตร์

ลูเนตตา, ฮอฟไตน์ และกิดดิง (Lunetta, Hofftein & Gidding, 1981, pp. 22-25) ได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ สรุปได้ว่า กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ช่วยส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญา ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วยพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในทางบวก (Positive)

กิงฟ้า สินธุวงศ์ (2521, หน้า 92) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการปฏิบัติการทดลองไว้ สรุปได้ว่า การปฏิบัติการทดลอง เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจ และได้ฝึกทักษะกระบวนการอันเป็นหัวใจของวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้มีโอกาสปฏิบัติงานร่วมกันในขณะที่ทำการทดลอง มีโอกาสที่จะได้สัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาให้รู้จักรับผิดชอบร่วมกันและมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

มังกร ทองสุตติ (2525, หน้า 575) ได้ให้ความสำคัญของการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ว่านักเรียนจะได้รับประโยชน์จากการได้ลงมือปฏิบัติ ดังนี้

1. ได้รู้วิธีแก้ปัญหา
2. รู้จักวิธีการสังเกตอย่างรอบคอบ
3. มีวิธีการคิดหาเหตุผลในรูปแบบต่าง ๆ
4. ได้ฝึกการใช้ข้อมูลอย่างมีระบบ
5. ช่วยส่งเสริมให้เกิดความสนใจในสิ่งแวดล้อม
6. กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการใช้เหตุผล

ยุพา ตันติเจริญ (2529, หน้า คำแถลง) ได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “การปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะให้ประสบการณ์ตรงต่อผู้เรียน และช่วยเสริมสร้างให้เกิดทักษะภาคปฏิบัติ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง”

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์นั้น จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ช่วยเสริมสร้างทักษะภาคปฏิบัติ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ

ช่วยให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเกิดความเข้าใจในวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ด้วย

การเรียนการสอนในหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เน้นให้นักเรียนมีการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนได้ทำการปฏิบัติทดลองด้วยตนเอง การจัดการเรียนการสอนในการปฏิบัติการทดลองให้บรรลุเป้าหมายได้ จึงต้องมีการกำหนดสิ่งต่าง ๆ ให้สอดคล้อง เช่น บทบาทของครูผู้สอน ลำดับขั้นตอนของการสอนและกิจกรรมปฏิบัติการ ดังนั้น ในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองจึงประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ ดังนี้

1. บทบาทของครูในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลอง
2. ลำดับขั้นตอนของการสอนปฏิบัติการทดลอง
3. ประเภทของการจัดกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง

บทบาทของครูในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลอง

ในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองนี้ ถึงแม้จะกำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองก็ตาม แต่ครูก็ยังมีบทบาทต่อการสอนด้วย ซึ่ง ฮอฟ (Hoff, 1950, pp. 173-175) ได้กล่าวเกี่ยวกับบทบาทของครูไว้ว่า ครูทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา คอยดูแลช่วยเหลือนักเรียนในขณะที่นักเรียนทำการทดลองตลอดเวลา และคอยให้การดูแล ระวังระวังแก่นักเรียนอย่างทั่วถึง

ประวิตร ชูศิลป์ (2524, หน้า 5-6) กล่าวว่า บทบาทของครูในกระบวนการการเรียนการสอนที่มีการทดลอง มีอยู่ 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion)

ผู้สอนจะต้องพยายามเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น คิด สงสัย หรือแนะแนวทาง เพื่อให้นักเรียนจะได้สืบเสาะหาคำตอบต่อไป ตลอดจนให้คำแนะนำต่าง ๆ ในการทดลอง อาทิ ควรทำอะไรก่อนหรือไม่ควรทำอะไร ตลอดจนเตือนเรื่องความปลอดภัย เป็นต้น

ตอนที่ 2 การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period)

ผู้สอนจะต้องคอยดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุน และเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย มิใช่ปล่อยให้ นักเรียนปฏิบัติการทดลองกันตามลำพังฝ่ายเดียว

ตอนที่ 3 การอภิปรายภายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion)

ผู้สอนจะต้องเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูล หรือผลการทดลองที่รวบรวมได้ สรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่าง ๆ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ด้วย

ดังนั้นในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลอง ครูจึงมีบทบาทเพียงผู้ให้คำแนะนำ คอยช่วยเหลือ และคอยสนับสนุนให้นักเรียนสนใจและตั้งใจทำปฏิบัติการทดลอง ครูไม่ควรมีบทบาทมากเกินไป ควรปล่อยให้ นักเรียนทำการค้นคว้าทดลองด้วยตนเอง

ลำดับขั้นตอนของการสอนปฏิบัติการทดลอง

น้อมฤดี จงพยุงะ และคณะ (2519, หน้า 44-46) เสนอแนะว่า ในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ ควรมีลำดับขั้นตอนการสอนดังนี้

1. ขั้นเตรียม กิจกรรมในขั้นนี้ คือ การจัดแบ่งกลุ่มนักเรียน อธิบายถึงระเบียบที่ควร ปฏิบัติการทดลอง ให้นักเรียนอ่านสมุดปฏิบัติการมาล่วงหน้า และการอธิบายให้นักเรียนรู้จักอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ
2. ขั้นปฏิบัติการ กิจกรรมในขั้นนี้ คือ การให้นักเรียนแยกย้ายกันไปตามกลุ่มที่จัดไว้ แล้วลงมือปฏิบัติการตามขั้นต่าง ๆ ที่อยู่ในสมุดปฏิบัติการ ให้นักเรียนสังเกตผลการทดลองตามลำดับขั้น และบันทึกผลที่ได้ลงในสมุด ในขั้นนี้ครูจะคอยดูแลนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ ให้ทำงานร่วมกันอย่างทั่วถึง และคอยแนะนำข้อสงสัยต่าง ๆ
3. ขั้นสรุปผลและประเมินผล กิจกรรมในขั้นนี้ประกอบด้วย ครูซักถามนักเรียนถึงผลที่ได้จากการปฏิบัติการ ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นถึง ผลที่ได้จากการปฏิบัติการ พยายามส่งเสริมให้นักเรียนเปรียบเทียบผลที่ได้ในกลุ่มของตนและกลุ่มของเพื่อน ๆ ว่ามีสาเหตุ อะไรที่แตกต่างกันไป

สรุปลำดับขั้นตอนของการสอนปฏิบัติการทดลองได้ 3 ขั้นตอนคือ ขั้นเตรียมการโดยครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการ ขั้นปฏิบัติการโดยนักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่วางไว้ และขั้นสรุปผลและประเมินผลโดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการปฏิบัติการ

ประเภทของการจัดกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง

สวธัมภ์ นิยมคำ (2517, หน้า 142-144) กล่าวเกี่ยวกับปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ แบบสำเร็จรูป และการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางไว้ ดังนี้

1. การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory) การทดลองแบบนี้ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา บอกวิธีการแก้ปัญหาและอื่น ๆ ให้เสร็จ นักเรียนเพียงแต่ทำตามคำชี้แจงในคู่มือการทดลอง (Lab-Direction)

2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory) การทดลองแบบนี้ นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบโดยครูกำหนดปัญหาให้ เมื่อได้แนวทางแล้วจึงแยกย้ายกันทำการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาอภิปรายหน้าชั้นอีกครั้งหนึ่ง การทดลองแบบนี้เป็นการส่งเสริมสมรรถภาพทางด้านความคิด ควรให้นักเรียนวางแผนการทดลองก่อนแล้วจึงลงมือทำการทดลอง ตามแบบที่กำหนดไว้ การวางแผนการทดลอง ครูอยู่ในฐานะเป็นพี่เลี้ยง ซึ่งการวางแผนการทดลองประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน และการสร้างแบบการทดลอง ตามลำดับ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537, หน้า 138-139) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทดลองว่า อาจแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การทดลองที่มีการควบคุม (Controlled Experiments) เป็นการทดลองที่มีการควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้อง โดยควบคุมตัวแปรอื่นไว้ เหลือไว้เพียงตัวแปร 2 ตัว เป็นตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม แล้วศึกษาทดลองว่าเมื่อตัวแปรอิสระเปลี่ยนไป จะมีผลกระทบต่อตัวแปรตามอย่างไร โดยนักเรียนยังไม่ทราบว่าผลจะเป็นอย่างไร

2. การทดลองที่เป็นการฝึกหัด (Laboratory Exercises) กิจกรรมจำนวนมากที่ทำในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และเรียกว่าเป็นการทดลองนั้น ที่จริงแล้วเป็นการฝึกหัดใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ บางกิจกรรมออกแบบให้นักเรียนได้คุ้นเคย และมีทักษะในการใช้เครื่องมือ บางกิจกรรมออกแบบเพื่อใช้แสดงให้เข้าใจหลักการวิทยาศาสตร์บางอย่าง ข้อแตกต่างของการทดลองที่เป็นการฝึกหัดและการทดลองก็คือ ในการทดลองที่เป็นการฝึกหัดนั้น ครูเป็นผู้บอกนักเรียนว่าเมื่อทำกิจกรรมแล้วจะได้ผลลัพธ์อะไรและทำอย่างไรจึงจะได้ผลลัพธ์นั้น อย่างไรก็ตามครูอาจจัดกิจกรรมการทดลองที่เป็นการฝึกหัดแบบมาตรฐาน (Standardized Laboratory Exercises) ไว้ กล่าวคือ ครูเพียงแต่จัดเตรียม

วัสดุอุปกรณ์และคำแนะนำในการทำกิจกรรมไว้ให้นักเรียน ครูสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ว่าจะมีปัญหายุ่งยากอะไรบ้างในการทำกิจกรรม ซึ่งครูต้องดูแลในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมครูอาจให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองที่เป็นการฝึกหัดแบบมาตรฐาน โดยศึกษาเป็นงานค้นคว้าอิสระได้

3. การทดลองที่เป็นงานปฏิบัติการ (Laboratory Work) เป็นการทดลองทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มและทำการทดลองเองโดยใช้ความคิดในระดับสูง นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติในการกำหนดปัญหา หาวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนจะคุ้นเคยกับข้อจำกัดของข้อมูลและต้องระมัดระวังในการสรุปผล เป็นการฝึกให้นักเรียนได้คิดอย่างพินิจพิเคราะห์

สำหรับการจัดกิจกรรมปฏิบัติการทดลองในโรงเรียนต่าง ๆ ของประเทศไทยซึ่งใช้หลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีการกำหนดการทดลองมาให้ จึงจัดว่าเป็นการทดลองแบบสำเร็จรูป

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความรู้ความเข้าใจการปฏิบัติการทดลอง

ภพ เลานไพบูลย์ (2537, หน้า 13-29) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ นักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานตามขั้นตอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น จะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้ทดลองมีโอกาฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาด้านความคิด ซึ่งได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic science process skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated science process skills) 5 ทักษะ ดังนี้

ทักษะขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณ
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะขั้นสูงหรือบูรณาการ

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
12. ทักษะการทดลอง
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ความรู้ความเข้าใจการปฏิบัติการทดลอง

ความรู้ความเข้าใจในความหมายของบลูม (Bloom อ้างใน สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531 หน้า 300) หมายถึง พฤติกรรมทั้งหลายซึ่งเน้นการจำได้หรือการระลึกได้ในความรู้ เหตุการณ์หรือวัตถุสิ่งของต่าง ๆ ที่ตนเองเคยมีประสบการณ์มาแล้ว

ความเข้าใจ ตามความหมายของบลูม (Bloom อ้างใน สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531 หน้า 305) หมายถึง การนำความรู้ ความจำที่เรามีอยู่แล้วไปสื่อความหรืออธิบายให้คนอื่นเข้าใจในรูปแบบต่าง ๆ กันด้วยความคิดของตนเอง โดยคงความหมายเดิมไว้ทุกประการ

อาจกล่าวสรุปได้ว่า การวัดความรู้ความเข้าใจ หมายถึง การวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านความสามารถในการจดจำความรู้ สามารถอธิบาย และให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด คำศัพท์ แนวคิด กระบวนการ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ

การปฏิบัติการทดลอง

ปรีชา วงศ์ศิริ และคณะ (2525, หน้า 383-399) ได้อธิบายความหมายของการทดลองและความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลองแล้ว ดังต่อไปนี้

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลอง ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่

- ออกแบบการทดลองโดย กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

ตัวอย่างคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะ

จากสมมติฐานว่า “พืชที่ปลูกในที่ที่บแสง ลำต้นพืชจะเอนเข้าหาแสง” นักเรียนคิดว่า จะทำการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้อนี้ได้อย่างไร

1.2 อุปกรณ์ และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะ ได้แก่

- ระบุอุปกรณ์ และ/หรือสารเคมีจะต้องใช้ในการทดลองได้

ตัวอย่างคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะ

“ในการทดลองนี้ต้องใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง”

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่

- ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

ตัวอย่างคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะ

การฝึกทักษะของนักเรียนตอนนี้ มักเป็นการสั่งให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองแต่ อาจถามให้นักเรียนบอกวิธีปฏิบัติหรือวิธีใช้อุปกรณ์ได้ดังตัวอย่าง

“ต้องใช้ไม้หนีบจับหลอดทดลองตรงไหน”

“ขณะเผาสารในหลอดทดลองจะต้องทำอย่างไรบ้าง”

“ตักสารเคมีออกจากขวดแล้วต้องทำอย่างไร”

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่

- บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

ตัวอย่างคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะ

การฝึกทักษะฯ ของนักเรียนตอนนี้มักเป็นการสั่งให้บันทึกผลและทำการทดลอง

ทักษะการทดลอง

ภพ เลหาไพญญ์ (2537, หน้า 28) ได้อธิบายความหมายเกี่ยวกับทักษะการทดลองไว้ดังนี้

การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง
2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ
3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง และการบันทึกผลการทดลอง ตัวอย่างเช่น

ในการตรวจสอบสมมติฐาน “ปริมาณของน้ำตาลทรายที่ละลายในน้ำจะละลายได้มากขึ้นเมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น” อาจออกแบบการทดลองได้ดังนี้ คือ นำปิกรเกอร์ทไฟขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรมาใบหนึ่ง เติมน้ำลงไป 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำปิกรเกอร์ดังกล่าวไปตั้งบนขาตั้งแล้วต้มด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ ค่อย ๆ เทน้ำตาลทรายซึ่งได้ชั่งน้ำหนักไว้แล้วลงในปิกรเกอร์ซึ่งมีน้ำอยู่ ใช้แท่งแก้วคนสาร โดยคนให้ไปในทิศทางเดียวตลอดเวลา จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงในสารละลาย ค่อย ๆ

สังเกตการละลายของน้ำตาลทรายที่อุณหภูมิ 30, 40, 50, 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส บันทึกปริมาณของน้ำตาลทรายที่สามารถละลายได้หมด ณ อุณหภูมิ ดังกล่าว

การออกแบบทดลองดังกล่าวมีความสอดคล้องกับสมมติฐานที่ต้องการตรวจสอบ ได้กำหนดวิธีการทดลอง มีการควบคุมตัวแปร คือ ปริมาตรของน้ำ ณ อุณหภูมิต่าง ๆ ให้คงที่ มีการระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง ซึ่งได้แก่ น้ำ ปีกเกอร์ น้ำตาลทราย ขาตั้ง ตะเกียงแอลกอฮอล์ แท่งแก้วสำหรับคนเทอร์มอมิเตอร์ ทักษะการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ได้แก่ ทักษะการตักสาร การรินสาร การใช้เครื่องชั่ง การใช้เทอร์มอมิเตอร์ ดังนี้ ผู้ทำการทดลองก็จะปฏิบัติการทดลองไปตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในแผนได้

จากที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้ใช้การปฏิบัติการทดลองของ ปรีชา วงศ์ศิริ และคณะ (2525, หน้า 389-399) ซึ่งจะนำหลักการไปสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจและทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองวิชาชีววิทยา ประกอบด้วย 3 ด้าน คือด้านการออกแบบการทดลอง ด้านการปฏิบัติการทดลอง และด้านการบันทึกผลการทดลอง ซึ่งหมายถึง ความรู้ความเข้าใจและทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองชีววิทยาของนักเรียน ในด้านการออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลองที่วัดได้จากแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจและทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองชีววิทยา

การวัดพฤติกรรมด้านปฏิบัติการ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537, หน้า 309-313) อธิบายการวัดพฤติกรรมด้านปฏิบัติการไว้ดังนี้ กิจกรรมปฏิบัติการและการทดลองวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอนในการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ทุกสาขา จึงไม่ควรประเมินผลพฤติกรรมด้านความรู้ความ คิดเท่านั้น แต่ควรประเมินผลพฤติกรรมด้านปฏิบัติการด้วย เช่น ความสามารถในการใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การสังเกต การบันทึก การสื่อความหมาย และการรายงานผล เป็นต้น วิธีการประเมินผลพฤติกรรมด้านปฏิบัติการอาจทำได้ดังนี้ คือ (1) การสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ (2) การตรวจจากรายงานผลปฏิบัติการ และ (3) การสอบภาคปฏิบัติ

1. การสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ

การสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการนั้น ควรสังเกตพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ดังนี้คือ

1.1 ทักษะปฏิบัติการ เป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในด้านเทคนิคการทดลอง การดำเนินการทดลอง ความคล่องแคล่วในการทดลอง ความมีระเบียบในการทดลอง

ด้านเทคนิคการทดลอง หมายถึง นักเรียนสามารถใช้วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ได้ถูกต้อง มีความปลอดภัย

การดำเนินการทดลอง หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนถูกต้องตามวิธีการ

ความคล่องแคล่ว หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองด้วยความรวดเร็ว มีความมั่นใจในการปฏิบัติงาน

ความมีระเบียบ หมายถึง นักเรียนทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย ติดตั้งเครื่องมือ เรียบร้อย เก็บอุปกรณ์เครื่องมือเข้าที่เรียบร้อย ใต้ปฏิบัติการสะอาดเรียบร้อย

1.2 การสังเกตผลการทดลอง เป็นการสังเกตวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และผลการทดลองขณะที่นักเรียนเก็บข้อมูลบันทึกผล

1.3 การแก้ปัญหาเป็นการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหา ในภาคปฏิบัติการ แก้ไขปรับปรุงวิธีการหรือปัญหาต่าง ๆ ที่พบได้อย่างเหมาะสม

การวัดผลโดยการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการนี้ อาจมีปัญหายุ่งยาก กล่าวคือ ครูจะต้องวัดผลการปฏิบัติของนักเรียนพร้อมกับการสอนของครู จำนวนนักเรียนในชั้นเรียนมีมากและแต่ละคนอาจจะกระทำการกิจกรรมต่าง ๆ กันในเวลาเดียวกัน ทำให้ครูสังเกตนักเรียนได้ไม่ทั่วถึง หรือถ้าจะแบ่งสังเกตครั้งละกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน นักเรียนจะถูกสังเกตไม่พร้อมกัน และกิจกรรมการทดลองแต่ละการทดลอง จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงทักษะต่าง ๆ ได้มากน้อยต่างกัน ครูควรให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะต่าง ๆ ได้ทั่วถึงด้วย ไม่ควรให้คนใดคนหนึ่งปฏิบัติอย่างเดียวกันตลอดเวลา เพื่อครูจะได้สังเกตทักษะต่าง ๆ ได้ครบ นอกจากการวัดผลจากการปฏิบัติตามหนังสือเรียนแล้ว ครูอาจกำหนดการทดลองขั้นใหม่ เพื่อวัดผลเพิ่มเติมด้วยก็ได้ สำหรับการให้คะแนนนักเรียนแต่ละคนนั้น อาจบันทึกลงในแบบบันทึก ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบบันทึกคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

วิชา..... ภาคเรียนที่..... ปีการศึกษา.....

การ สังเกต ครั้งที่	วัน เดือน ปี ที่สังเกต	กิจกรรม หรือ การ ทดลอง ที่สังเกต	เทคนิค การ ทดลอง			การ ดำเนิน การ ทดลอง			ความ คล่อง แคล่ว ความมี ระเบียบ			การ สังเกต ผลการ ทดลอง			การแก้ ปัญหา			รวม	หมายเหตุ
			2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0		
1.																			
2.																			
3.																			
4.																			
5.																			
รวม																			

หมายเหตุ ความหมายของคะแนน

2 หมายถึง ดี

1 หมายถึง พอใช้

0 หมายถึง ใช้ไม่ได้

2. การตรวจจากรายงานผลการปฏิบัติการ

รายงานผลการปฏิบัตินั้นสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของผู้ปฏิบัติการหลายด้านเช่น การสังเกตและจดบันทึก การใช้ภาษาเพื่อสื่อความหมาย การจัดกระทำและนำเสนอข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุปความถูกต้องของผลการทดลอง เป็นต้น การวัดพฤติกรรมด้านปฏิบัติการอีกทางหนึ่งซึ่งอาจทำได้โดยการตรวจจากรายงานผลการปฏิบัตินี้

การสังเกตและจดบันทึก หมายถึง การสังเกตครบถ้วนตามที่ควรจะสังเกตในการปฏิบัติการหนึ่ง ๆ ซึ่งดูได้จากการบันทึกผลการสังเกต

ภาษาที่ใช้บันทึก หมายถึง การใช้ภาษาได้สละสลวย รัดกุม และสื่อความหมายได้ดี

การจัดกระทำและนำเสนอข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการจัดกระทำและนำเสนอข้อมูลโดยนำตัวเลขจากการบันทึกผลการทดลองมาคำนวณ นำเสนอในตาราง เขียนกราฟ เขียนแผนภาพได้ถูกต้องเหมาะสม

การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายของข้อมูลและสรุปได้รัดกุม สมเหตุสมผล

ความถูกต้องของผลการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการทดลองและได้ค่าผลการทดลองถูกต้องตามหลักการ โดยผิดพลาดไม่เกิน 5-10%

ถึงแม้ว่าความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกระทำและนำเสนอข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป อาจวัดได้ด้วยข้อสอบ แต่ก็ควรได้วัดจากการตรวจจากรายงานผลการปฏิบัติงานด้วย ครูควรได้จัดทำแบบบันทึกไว้สำหรับบันทึกผลการตรวจรายงานการปฏิบัติการ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบบันทึกคะแนนจากการตรวจรายงานผลการปฏิบัติการ

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

วิชา..... ภาคเรียนที่..... ปีการศึกษา.....

การตรวจครั้งที่	วัน เดือน ปีที่ตรวจ	กิจกรรมหรือการทดลองที่ตรวจ	การสังเกต			ภาษาที่ใช้บันทึก			การนำเสนอข้อมูล			การแปลความหมายข้อมูลและสรุป			ความถูกต้อง			รวม	หมายเหตุ
			2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0		
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
รวม																			

3. การสอบภาคปฏิบัติ

การวัดพฤติกรรมด้านปฏิบัติการอีกแบบหนึ่งอาจใช้วิธีจัดให้มีการสอบภาคปฏิบัติ ในการสอบภาคปฏิบัติ ครูอาจเลือกกิจกรรมและการทดลองที่นักเรียนเคยทำการทดลองแล้ว ในชั้นเรียน หรือครูอาจกำหนดการทดลองใหม่ ซึ่งนักเรียนไม่เคยทำการทดลองมาก่อนเพื่อเน้นการแก้ปัญหา

สังเกตว่านักเรียนจะสามารถออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลองและได้ผลการทดลองถูกต้องเพียงใด

ในกรณีที่ครูเลือกกิจกรรมและการทดลองที่นักเรียนเคยทำการทดลองแล้วในชั้นเรียนโดยเลือกกิจกรรมหรือการทดลองที่ใช้เวลาในการทำการปฏิบัติการใกล้เคียงกัน มีความยากง่ายใกล้เคียงกันมาจำนวนหนึ่ง แล้วแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน ให้นักเรียนช่วยกันทำการทดลอง หรือบางกิจกรรมอาจให้ทำคนเดียวก็ได้ เพื่อความยุติธรรม ครูอาจให้นักเรียนจับฉลากว่าจะได้สอบปฏิบัติการทดลองเรื่องอะไรได้ทำการทดลองกับผู้อื่นหรือได้ทำคนเดียว โดยวิธีการนี้ ครูสามารถจัดสอบปฏิบัติให้นักเรียนทั้งห้องเรียนในเวลาเดียวกันได้ ซึ่งอาจจัดสอบปฏิบัติในคาบสุดท้ายของการสอนปกติตอนปลายภาคเรียน และให้นักเรียนทำการทดลองให้แล้วเสร็จ พร้อมทั้งเขียนรายงานให้แล้วเสร็จส่งในเวลาที่กำหนดให้ในการสอบ กรรมการในการสอบปฏิบัติควรมี 2-3 คน เพื่อจะได้ช่วยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ส่วนในกรณีที่ครูกำหนดการทดลองใหม่ ซึ่งนักเรียนไม่เคยทำการทดลองมาก่อน ครูอาจกำหนดการทดลองใหม่เพียงการทดลองเดียว แต่จัดเครื่องมืออุปกรณ์ไว้หลายชุดให้เพียงพอกับจำนวนกลุ่มของนักเรียน ซึ่งถ้าเป็นไปได้ก็ควรจัดให้นักเรียนสอบคราวละ 15 คนก็ได้ จึงทำให้ต้องมีการสอบหลายรอบ เมื่อเป็นเช่นนี้ ครูต้องระวังไม่ให้นักเรียนที่สอบก่อนไปบอกเล่าให้เพื่อนนักเรียนที่สอบรอบหลัง ๆ ก็จะได้เปรียบในแง่ที่รู้วิธีการทดลองและอาจรู้ผลการทดลองอย่างหายาบ ๆ ไว้ล่วงหน้าอีกด้วย ซึ่งจะสามารถทำการทดลองได้รวดเร็วขึ้น สำหรับการบันทึกคะแนนในการสอบปฏิบัตินั้น ครูอาจใช้แบบบันทึกคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ และบันทึกคะแนนจากการตรวจรายงานผลการปฏิบัติการก็ได้

ธงชัย ชิวปรีชา (2537, หน้า 75-76) ได้เสนอแนะการสร้างแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ อาจสร้างเป็นแนวกว้าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับการทำปฏิบัติในทุกเรื่องก็ได้ ในกรณีนี้หัวข้อหรือรายการที่จะสังเกตและประเมินอาจเป็นดังนี้

1. ด้านการออกแบบและวางแผน ก่อนลงมือทำปฏิบัติการ มีการออกแบบและวางแผนการทำปฏิบัติการไว้เหมาะสมเพียงใด

2. ด้านการดำเนินการปฏิบัติทดลอง การใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี การติดตั้ง อุปกรณ์ ฯลฯ มีความถูกต้อง คล่องแคล่วว่องไว ละเอียดยรอบคอบ และคำนึงถึงความปลอดภัย เหมาะสมเพียงใด

3. ด้านการสังเกตและบันทึกข้อมูล สามารถสังเกตและบันทึกข้อมูลได้ละเอียด ชัดเจน เพียงใด

4. ด้านการจัดกระทำและแปลความหมายข้อมูล และการสรุปผลการทดลอง ทำได้ถูกต้อง เหมาะสมชัดเจนเพียงใด

5. ด้านความรับผิดชอบและนิสัยในการทำงาน มีความตั้งใจและจริงจังในการทำ ปฏิบัติการเพียงใด ได้ดูแลบำรุงรักษา ทำความสะอาด และจัดเก็บอุปกรณ์เป็นระเบียบเรียบร้อย รวมทั้งการกำจัดของเหลือทิ้งหรือขยะต่าง ๆ ที่เกิดจากการทำปฏิบัติการได้เหมาะสมเพียงใด

การประเมินพฤติกรรมทั้ง 5 ด้าน จะกำหนดมาตราส่วนประเมินค่าที่ระดับก็ได้ถ้าใช้ มาตราส่วนประเมินค่าแบบ 5 ระดับ ก็อาจจะกำหนดความหมายของคะแนนที่ได้ดังนี้

ให้คะแนน 5 ถ้าเห็นว่าพฤติกรรมทางด้านนั้นของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม

ให้คะแนน 4 ถ้าเห็นว่าพฤติกรรมทางด้านนั้นของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

ให้คะแนน 3 ถ้าเห็นว่าพฤติกรรมทางด้านนั้นของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี

ให้คะแนน 2 ถ้าเห็นว่าพฤติกรรมทางด้านนั้นของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์พอใช้

ให้คะแนน 1 ถ้าเห็นว่าพฤติกรรมทางด้านนั้นของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ยังต้องปรับปรุง

ตัวอย่างแบบบันทึกคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมขณะทำการปฏิบัติดังต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบบันทึกคะแนนการสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

วิชา..... ภาคเรียนที่..... ปีการศึกษา.....

ชื่อ การปฏิบัติ ที่สังเกต	วัน เดือน ปี	คะแนน ผลการสังเกตพฤติกรรม					คะแนน รวม
		ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	ด้านที่ 5	
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
รวม							

หมายเหตุ

ด้านที่ 1 = ด้านการออกแบบและวางแผน

คะแนน 5 = ดีเยี่ยม

ด้านที่ 2 = ด้านการดำเนินการปฏิบัติการทดลอง

คะแนน 4 = ดีเยี่ยม

ด้านที่ 3 = ด้านการสังเกตและบันทึกข้อมูล

คะแนน 3 = ดี

ด้านที่ 4 = ด้านการจัดทำกระทำ แปลความหมาย

คะแนน 2 = พอใช้

และสรุปผลการทดลอง

คะแนน 1 = ต้องปรับปรุง

ด้านที่ 5 = ด้านความรับผิดชอบและนิสัยการทำงาน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดพฤติกรรมด้านปฏิบัติการ หมายถึง การวัดพฤติกรรมด้านการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตที่วัดความรู้ความเข้าใจและทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองชีววิทยา ซึ่งผู้วิจัยขอเฝ้าใช้ดังต่อไปนี้

1. แบบบันทึกคะแนนการสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ ของ ธงชัย ชิวปรีชา (2537, หน้า 75-76) แบ่งออกเป็น 5 ด้าน

1. ด้านการออกแบบและวางแผน
2. ด้านดำเนินการปฏิบัติทดลอง
3. ด้านการสังเกตและบันทึกผล
4. ด้านการจัดกระทำ แปลความหมาย และสรุปผลการทดลอง
5. ด้านความรับผิดชอบและนิสัยการทำงาน

2. แบบบันทึกคะแนนจากการตรวจรายงานผลการปฏิบัติการของ ภพ เลหาไพญญ์ (2537, หน้า 309-313) แบ่งออกเป็น 5 ด้าน คือ

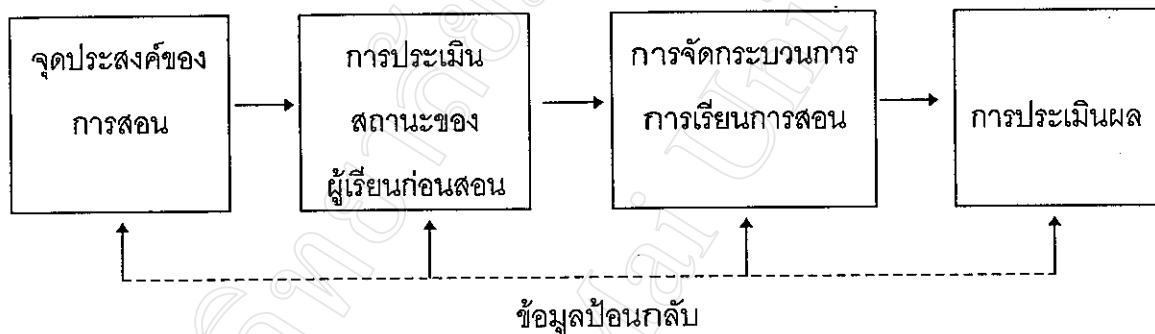
1. ด้านการสังเกต
2. ด้านภาษาที่ใช้บันทึก
3. ด้านการนำเสนอข้อมูล
4. ด้านการแปลความหมายข้อมูลและสรุป
5. ด้านความถูกต้อง

ระบบการสอนและการสอนเสริม

ภพ เลหาไพญญ์ (2537, หน้า 55-56) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ เป็นวิธีการที่ทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ... ซึ่งสังกัด อุทราพันธ์ (2532, หน้า 13-21) ได้กล่าวถึงรูปแบบระบบการเรียนการสอนของกลาสเซอร์ (Glasser, 1962)... พอสังเขปดังต่อไปนี้ คือ

ระบบการเรียนการสอนของ กลาสเซอร์

กลาสเซอร์ (Glasser, 1962) ได้เสนอรูปแบบของการเรียนการสอนแบบง่าย ๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป รูปแบบของระบบการเรียนการสอนของ กลาสเซอร์ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ส่วนคือ (1) จุดประสงค์ของการสอน (2) การประเมินสถานะของผู้เรียนก่อนสอน (3) การจัดกระบวนการการเรียนการสอน (4) การประเมินผลการเรียนการสอน และ (5) ข้อมูลป้อนกลับ โดยเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังภาพ 1



ภาพ 1 แสดงระบบการเรียนการสอนของกลาสเซอร์

จุดประสงค์ของการสอน (Instructional Objectives) ในการสอนจำเป็นจะต้องกำหนดจุดประสงค์ไว้ให้ชัดเจน เพื่อว่าผู้สอนจะได้วางแผนการสอนให้ได้ตามจุดประสงค์

การประเมินสถานะของผู้เรียนก่อนสอน (Entering Behavior) เป็นการตรวจสอบดูว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถเพียงพอที่จะเรียนสิ่งใหม่ที่กำลังจะสอนหรือไม่ ถ้าพบว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถไม่เพียงพอ ก็จำเป็นต้องให้ความรู้พื้นฐานแก่ผู้เรียนเสียก่อน

การจัดกระบวนการเรียนการสอน (Learning Experiences) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน การเลือกใช้เทคนิควิธีสอน สื่อการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง เกิดการเรียนรู้

การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นที่ดำเนินการต่อจากกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อที่จะได้ทราบว่าผู้เรียนได้เรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ มากน้อยเพียงใด

ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) เป็นการนำเอาผลที่ได้จากการประเมินไปประกอบพิจารณาแก้ไของค์ประกอบต่าง ๆ อาจเป็นจุดประสงค์การสอน การประเมินสถานะของผู้เรียนก่อนสอน การจัดกระบวนการเรียนการสอน หากพบว่าส่วนใดยังมีข้อบกพร่องและทำการปรับปรุงให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

การสอนเสริม

การสอนเสริมเป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาในการเรียนการสอน ที่อาจเกิดจากสาเหตุอันเนื่องมาจากวิธีสอนของครู อุปกรณ์ ตัวครูหรือตัวนักเรียน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องให้ความสนใจ และค้นคว้าตลอดเวลาเพื่อนำมาปรับปรุงการเรียนการสอนและมีผู้ให้ความหมายของการสอนเสริมดังต่อไปนี้

รอนเซาเซิน (Ronshausen, 1975, p.22) ได้ให้ความหมายของการสอนเสริมว่า “การสอนเสริมเป็นกระบวนการสอนที่จัดไว้ เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น”

สมิท, เคล้าส์ และแอทคินสัน (Smith, Krouse & Atkinson, 1961, pp.654-655) ให้ความหมายของการสอนเสริมว่า

1. เป็นการสอนซ่อมเสริม (Remedial) เป็นการสอนพื้นฐานเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น นอกเหนือจากการสอนในห้องเรียน เพื่อสามารถเรียนรู้ในชั้นที่ยากขึ้น
2. เป็นการสอนแบบหนึ่งต่อหนึ่ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและมีทักษะมากยิ่งขึ้น ซึ่งการสอนแบบนี้มีความจำเป็นมากในการสอนวิจิตรศิลป์ ดนตรี เพลง และสาขาวิชาที่จำเป็นต้องมีการแนะนำเป็นการส่วนตัว
3. เป็นการสอนพิเศษที่บ้านให้กับนักเรียนเรียนซ้ำไม่ทันเพื่อนในห้องเรียน อาจจะเป็นเพราะความบกพร่องหรือปัญหาทางจิตใจ สมอง หรือความพิการของตัวนักเรียนเอง
4. เป็นการบำบัดความบกพร่องบางอย่างของนักเรียน ซึ่งปกติจะเป็นการช่วยเหลือแบบหนึ่งต่อหนึ่ง เช่น การพูด จิตใจ สรีระ
5. เป็นการสอนพิเศษหลังเลิกเรียน โดยการสอนเสริมเป็นกลุ่มเล็ก ๆ

แคนเดอร์, แบลคเบิร์น และโซเวลล์ (Candler, Blackburn & Sowell, 1980, p.380) ได้ให้ความหมายของการสอนเสริมว่า “การสอนเสริมเป็นการแก้ไขข้อบกพร่องส่งเสริมให้เรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ หรือทำความเข้าใจในสิ่งที่มีปัญหาอยู่”

จำนง พรายแย้มแข (2531, หน้า 4) กล่าวว่า การสอนเสริม หมายถึง การเพิ่มเติมสิ่งที่ขาดหายไป เสริมสิ่งที่ด้อยอยู่แล้วให้ดียิ่งขึ้นอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

ความหมายของการสอนเสริมดังกล่าวข้างต้น อาจสรุปได้ว่า การสอนเสริมหมายถึง การจัดกิจกรรม ส่งเสริมการเรียนการสอนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อเป็นพื้นฐานเพิ่มเติมให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ หรือทำความเข้าใจในสิ่งที่มีปัญหาอยู่

จากที่กล่าวมา ในระบบการสอนของกลาสเซอร์ที่ได้มีการประเมินสถานะของผู้เรียนก่อนสอน (Entering behavior) เพื่อที่ครูจะต้องแน่ใจเสียก่อนว่านักเรียนมีความรู้เดิมเพียงพอที่จะเรียนเรื่องใหม่ได้หรือไม่ ในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นครูที่มีประสบการณ์สอนวิชาชีววิทยามาหลายปี มีความเห็นว่ นักเรียนส่วนใหญ่มักจะยังขาดความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิคการปฏิบัติการทดลองมาใช้ก่อนที่จะมีการสอนบทเรียนใหม่ เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในด้านปฏิบัติการทดลองให้ดีขึ้นให้รู้จักการใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามแนวในระบบการสอนของกลาสเซอร์ โดยการสอนเสริมเทคนิคการปฏิบัติการทดลองให้นักเรียนมีความรู้ทางด้านการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งสรุปได้ว่า การสอนเสริมเทคนิคการปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การสอนที่เป็นไปตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยการจัดกิจกรรมเกี่ยวกับเทคนิคการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ทางชีววิทยาให้นักเรียนได้ฝึกก่อนเรียนวิชาชีววิทยา ว 441 (ดูรายละเอียดของแผนการสอนเทคนิคการปฏิบัติการทดลองในภาคผนวก จ)

แผนการสอนและการสอนตามคู่มือครู

แผนการสอน

ในการจัดระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องมีขั้นการวางแผนเตรียมการสอน เพื่อให้มีระบบและเกิดประสิทธิภาพ ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องมีการเขียนแผนการสอน

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537, หน้า 357) ได้กล่าวถึงความหมายของแผนการสอนไว้ว่า

แผนการสอน หมายถึง ลำดับขั้นตอนและกิจกรรมทั้งหมดของผู้สอนและผู้เรียนที่ผู้สอนกำหนดไว้เป็นแนวทางในการจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมไปตามวัตถุประสงค์ ผู้สอนเป็นผู้วางแผนการสอน กำหนดแนวทางในการจัดการเรียนการสอน แผนการสอนที่กำหนดขึ้นอาจเป็นแผนการสอนระดับรายวิชา แผนการสอนระดับหน่วย และแผนการสอนระดับบทเรียนก็ได้ ซึ่งไม่ว่าจะเป็นแผนการสอนระดับใดก็ตาม ต่างก็มีองค์ประกอบหลักที่เหมือนกัน จะต่างกันที่ปริมาณของเนื้อหาและระยะเวลาที่ใช้สอน

แผนการสอนระดับหน่วย

สุจินต์ วิสุทธิรานนท์ (2526, หน้า 425 อ้างใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2537, หน้า 367-371) ได้กล่าวโดยสรุปถึงความหมายของหน่วยการเรียนการสอนว่า หมายถึงเนื้อหาวิชาที่แบ่งออกเป็นส่วน ๆ ในวิชาหนึ่ง และเป็นเนื้อหาที่ประกอบด้วยหัวข้อย่อยที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน แต่ละหน่วยการเรียนการสอนจะมีปริมาณเนื้อหามากน้อยต่างกัน โดยทั่วไปมักกำหนดขนาดของหน่วยการเรียนการสอนตามระยะเวลาที่คาดว่าจะใช้ในการสอนหน่วยนั้น สำหรับการจัดแบ่งเนื้อหาวิชาเป็นหน่วยการเรียนขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่เพียงใดขึ้นอยู่กับผู้สอน ครูผู้สอนอาจใช้ประสบการณ์และความรู้ของตนในการพิจารณาจัดแบ่งเนื้อหาหรืออาจศึกษาแนวทางจากเอกสารประกอบการสอน คู่มือครู หนังสือเรียนประกอบได้ จะเห็นได้ว่าส่วนประกอบของแผนการสอนระดับหน่วยนั้น ประกอบด้วยหัวข้อที่สำคัญคือ

1. ชื่อหน่วยการเรียนการสอน ระดับชั้น เวลาเรียน
2. วัตถุประสงค์ของหน่วยการเรียน
3. มโนคติ
4. หัวข้อเรื่อง
5. กิจกรรมการเรียนการสอน
6. สื่อการเรียนการสอน
7. การประเมินผล
8. งานที่มอบหมาย

สำหรับรูปแบบของแผนการสอนระดับหน่วยนั้น มักนิยมใช้แบบเรียงหัวข้อ

จากความหมายของแผนการสอนและแผนการสอนระดับหน่วยจะเห็นว่าแผนการสอนมีลักษณะเป็นลำดับขั้นตอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูผู้สอนเป็นผู้วางแผนการสอน รูปแบบของการสอนมักใช้แบบเรียงหัวข้อ ผู้วิจัยจึงปรับใช้ดังต่อไปนี้

1. ชื่อหน่วยการเรียนการสอน (เรื่อง) ระดับชั้น เวลาเรียน
2. เนื้อหาและสาระสำคัญ
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ปลายทาง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้นำทาง
5. กิจกรรมการเรียนการสอน
6. สื่อการเรียนการสอน
7. การวัดผลและประเมินผล

และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แผนการสอนกลุ่มทดลอง และแผนการสอนตามคู่มือครู ตามรูปแบบข้างต้น (ดูรูปแบบของแผนการสอนในภาคผนวก จ)

การสอนตามคู่มือครู

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูวิชาชีววิทยา ว 441 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) พอที่จะสรุปสาระสำคัญในการจัดการเรียนการสอนดังนี้

การจัดการเรียนการสอนยังคงเน้นแบบสืบเสาะหาความรู้ มีการผสมผสานกันระหว่างเนื้อหาความรู้และกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ครูมีหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำ ไม่ใช่ผู้บอกเล่าหรือบรรยาย มีการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ และมีการให้นักเรียนอ่านบทเรียนมาล่วงหน้าโดยเฉพาะวิธีทำการทดลองเพื่อให้เกิดความคล่องตัวเวลาทำการทดลอง

กิจกรรมการทดลองจะผสมผสานกับเนื้อหาวิชาโดยตลอดในหนังสือเรียน เพื่อมุ่งหวังให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในการทำการทดลอง

กิจกรรมบางกิจกรรมเปิดกว้างมากขึ้น ให้โอกาสนักเรียนได้ศึกษาปัญหาพิเศษด้วยตนเอง และแต่ละกิจกรรมการทดลองจะบอกวิธีทดลองไว้ในหนังสือเพื่อให้นักเรียนปฏิบัติได้ถูกต้อง

ลำดับของกิจกรรมในการสอนตามคู่มือครูวิชาชีววิทยา ว 441 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 4 อย่าง ซึ่งผู้วิจัยสรุปจากคู่มือครูและจากหนังสือเรียนวิชาชีววิทยา ว 441 โดยมีลำดับขั้น คือ

1. การนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นการดึงความสนใจของนักเรียน ครูต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิด สงสัย อยากรู้ อยากเห็น ต้องการคำตอบในหนังสือเรียน จึงเขียนนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหา ซึ่งครูผู้สอนจะนำอภิปรายด้วยการตั้งปัญหา
2. การอภิปรายก่อนการทดลอง กิจกรรมขั้นนี้ครูผู้สอนเป็นผู้อธิบายวิธีการทดลอง การแนะนำวิธีใช้อุปกรณ์ เก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งในหนังสือเรียนได้เขียนวิธีการทดลองไว้เพื่อให้ให้นักเรียนปฏิบัติตาม
3. การทดลอง ในขั้นนี้นักเรียนปฏิบัติทดลอง ซึ่งเป็นกิจกรรมหลักของการเรียนการสอน นักเรียนทำการทดลองภายหลังจากที่ครูได้อธิบายวิธีการให้นักเรียนเข้าใจ นอกจากนี้บางบทเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันศึกษาปัญหาพิเศษ มีการวางแผนการทดลอง โดยการระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ตลอดจนดำเนินการทดลองเองทั้งหมด เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหานั้น นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ยังได้แนะนำกิจกรรมในรูปแบบอื่นทดแทนอีกด้วย
4. การอภิปรายหลังการทดลอง เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา ครูนำอภิปรายใช้คำถามนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวความคิดในหนังสือเรียน มีคำถามภายหลังจากทดลอง และภายใต้คำถาม มีคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบของปัญหา นอกจากนี้ในหนังสือเรียนมีเนื้อหาด้านการนำไปใช้เสริมความรู้ของนักเรียน นอกเหนือจากการทดลองที่นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลอง ซึ่งครูผู้สอนใช้ในการอภิปรายเพื่อเสริมความรู้ของนักเรียน

จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนของกิจกรรมออกเป็น 4 ขั้น เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยต่อไปคือ

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นสร้างความสนใจของนักเรียน โดยครูอภิปรายปัญหา
2. ขั้นสอน ประกอบด้วย การอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง
3. ขั้นสรุป เป็นขั้นการดำเนินกิจกรรมเพื่อนำข้อมูล ความรู้ต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กันมาสร้างเป็นความคิดรวบยอด โดยใช้การอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน
4. ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นเสริมความเข้าใจของนักเรียน โดยมีการอภิปรายในการนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในสถานการณ์ใหม่

อาจกล่าวได้ว่า การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือวิชาชีววิทยา ว 441 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้แบ่งงานเป็น 2 ประเภท คืองานวิจัยในประเทศ และงานวิจัยในต่างประเทศ

งานวิจัยในประเทศ

ยุพิน โพธิวิทย์ (2534) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยวัง พบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการเคมีของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้ใช้ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิจัยดังกล่าวพบว่า อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ยังมีคุณภาพที่ไม่ได้มาตรฐานและมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการ การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ยังขาดความปลอดภัย นักเรียนที่มีพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่ำจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำด้วย ส่วนนักเรียนที่มีพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สูง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่เคยผ่านประสบการณ์ทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มาก่อนมีทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่ยังไม่เคยผ่านประสบการณ์ทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ศรีสุวรรณ เดชอุดม (2528) ได้ศึกษาทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัชรวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์เข้าสังเกต และบันทึกทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ในขณะนักเรียนปฏิบัติการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ t-test พบว่า

1. นักเรียนมีทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าเกณฑ์คาดหวัง ได้แก่ ทักษะการใช้ตาชั่ง ทักษะการใช้ตะเกียง ทักษะการใช้ช้อนตักสาร ทักษะการใช้หลอดจีดยา ทักษะการใช้หลอดหยด และทักษะการคนสาร ส่วนทักษะการจับเวลานั้นนักเรียนมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์สูงกว่าเกณฑ์ที่คาดหวังคือ อยู่ในระดับเกณฑ์พอใช้
2. การสอนแบบสาธิตทักษะการใช้อุปกรณ์ก่อนการทดลองทุกครั้ง กับการสอนแบบทดลองจะทำให้ผลของคะแนนทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยในต่างประเทศ

ลิฟวิงสตัน (Livingston, 1989, p.2914) ศึกษากระบวนการความรู้ ความเข้าใจที่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกทักษะการคิด ซึ่งเป็นเครื่องมือในการสอนเสริม งานวิจัยนี้ออกแบบโดยมีการมุ่งเน้นที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การสอนเสริมเพิ่มเติมเข้ากับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนเกรด 7 โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในเมืองเล็ก ๆ เมืองหนึ่งทางตะวันตก โดยมีการทดลองสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เวลาที่ใช้ในการทดลองใช้เวลาโดยเฉลี่ย 2 ชั่วโมง/สัปดาห์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ รูปแบบการเรียนรู้และการใช้วิธีการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 พบว่าค่าเฉลี่ยของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมและพบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีความรู้เพิ่มเติมจากการสอนเสริมเข้าไปใช้ในโปรแกรมการฝึกทักษะการคิดอย่างมีนัยสำคัญ ผลผสมผสานเข้ากับเนื้อหา เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนากระบวนการความคิดของนักเรียน