บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ในกรุงเทพและปริมณฑล ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในการวิจัยดังนี้

1. ชุดฝึกอบรมทางไกล
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ชุดฝึกอบรมทางไกล

1.1 ความหมายของชุดฝึกอบรมทางไกล

ชุดฝึกอบรมทางไกลเป็นรูปแบบและวิธีการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยให้บุคคลเกิดการเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537 : 45-102) ได้อธิบายว่า ชุดฝึกอบรมทางไกลเป็นชุดสำเร็จที่ใช้เป็นแนวทางและเครื่องมือในการดำเนินการฝึกอบรมอย่างมีระเบียบ ทั้งในส่วนวิทยากรให้การฝึกอบรม และในส่วนของสมาชิกที่มารับการฝึกอบรม โดยมีการกำหนดขั้นตอนในการฝึกอบรม กำหนดสื่อ กำหนดกิจกรรม กำหนดเนื้อหา และประสบการณ์ รวมทั้งกำหนดเครื่องมือ และการประเมินการฝึกอบรมไว้อย่างครบถ้วน นอกจากนี้ ชุดฝึกอบรมยังหมายถึงสื่อประสมที่สร้างขึ้นอย่างมีระบบ โดยการนำเอาสื่อประเภทวัสดุอุปกรณ์ เทคนิคและวิธีการต่างๆ ที่ต้องการมาประยุกต์เพื่อเสริมสร้างพัฒนาคุณภาพการฝึกอบรมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งชุดฝึกอบรมประกอบด้วยคำชี้แจงสำหรับวิทยากรหรือผู้สอนและผู้รับการอบรมหรือผู้เรียน ทั้งนี้การใช้จะต้องมีการกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม โครงสร้างเนื้อหาและกิจกรรม สื่อประสม รวมทั้งแบบทดสอบก่อนและหลังการฝึกอบรม

ศิริพรรณ สายหงษ์ และสมประสงค์ วิทยเกียรติ (2534 : 669-766) ให้ความหมายของชุดฝึกอบรมทางไกลว่า เป็นสื่อการศึกษาประเภทหนึ่งที่ได้พัฒนาขึ้นตามจุดมุ่งหมายของการฝึกอบรมเฉพาะเรื่อง เพื่อใช้เป็นสื่อเสริมกิจกรรมการฝึกอบรม หรือเป็นสื่อสำหรับการศึกษาด้วยตนเองของผู้รับการอบรม สามารถใช้ฝึกอบรมให้แก่คนจำนวนมาก โดยอาจจัดทำในรูปของเอกสาร สื่อสิ่งพิมพ์ ชุดฝึกอบรมระยะสั้น ชุดฝึกอบรมแบบบทเรียนสำเร็จรูป และชุดฝึกอบรมโมดูล เป็นต้น

สมคิด พรมจุ้ย และคณะ (2552 : 4) กล่าวว่า ชุดฝึกอบรมด้วยวิธีการศึกษาทางไกล หมายถึง ชุดของบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นอย่างมีระบบ สำหรับให้กลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากได้ศึกษาด้วยตนเองตามเนื้อหาที่กำหนดไปทีละขั้น โดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลาและสถานที่

สุมาลี สังข์ศรี (2546) ให้ความหมายของชุดฝึกอบรมที่ใช้ในการศึกษาทางไกลไว้ ดังนี้

1) เป็นการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนและผู้สอนที่ไม่อยู่ในที่เดียวกัน ผู้เรียนจะใช้เวลาส่วนใหญ่เรียนด้วยตนเองจากสื่อ อาจมีการกำหนดให้ผู้เรียนมาพบผู้สอนเป็นครั้งคราว

2) เป็นการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาด้วยตนเอง ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดเวลาศึกษาหาความรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง กำหนดสถานที่เรียนเอง และทำกิจกรรมเสริมต่างๆ ตามเวลาที่สะดวกหรือมีความพร้อม ไม่ต้องเรียนพร้อมผู้อื่น ไม่ต้องเรียนตามเวลาที่สถาบันกำหนด จะเรียนเร็วหรือช้าได้ตามความสามารถและความพร้อมของตนเอง

3) ใช้สื่อประเภทต่างๆ เป็นเครื่องมือในการจัดการศึกษา ส่วนใหญ่จะมีการใช้สื่อประสม โดยที่สื่อประเภทใดประเภทหนึ่งเป็นสื่อหลักและมีสื่ออื่นๆ เป็นสื่อเสริม สื่อที่ใช้ ได้แก่ สื่อสิ่งพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ เทปเสียง คอมพิวเตอร์ และดาวเทียม เป็นต้น และมีสื่อบุคคลเสริมเป็นครั้งคราว

4) มีการจัดเตรียมสื่ออย่างเป็นระบบก่อนเริ่มการเรียนการสอน ผู้รับผิดชอบหรือสถาบันผู้จัดจะต้องมีการเตรียมความพร้อมในระบบการจัดการศึกษาทุกขั้นตอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อการเรียนการสอน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของระบบการศึกษาทางไกล สื่อทุกชนิดจะต้องผลิตให้แล้วเสร็จก่อนเริ่มการเรียนการสอน

5) เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญเป็นทีมในการผลิตเนื้อหาของวิชาหนึ่ง เพื่อถ่ายทอดไปในรูปของสื่อประเภทต่างๆ

6) เป็นการเรียนการสอนที่จัดแก่ผู้เรียนจำนวนมาก การจัดการศึกษาด้วยวิธีทางไกลนั้นสามารถจัดให้ผู้เรียนได้คราวละมากๆ โดยไม่จำกัดจำนวน สามารถจัดให้แก่ผู้เรียนที่อยู่ทุกภูมิภาคทั้งใกล้หรือไกลได้ทั่วประเทศในคราวเดียวกัน

ดังนั้น ชุดฝึกอบรมด้วยวิธีการศึกษาทางไกลจึงหมายถึง ชุดของบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นอย่างมีระบบ สำหรับกลุ่มเป้าหมายจำนวนมากได้ศึกษาด้วยตนเองตามเนื้อหาที่กำหนดไปทีละขั้น โดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลาและสถานที่

1.2 องค์ประกอบของชุดฝึกอบรมทางไกล

องค์ประกอบของชุดฝึกอบรมทางไกลซึ่งมีส่วนช่วยให้การถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจให้บุคคลเกิดการเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ ได้มีผู้ให้ความหมายไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537: 116) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดฝึกอบรมทางไกลว่า มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) คู่มือสำหรับวิทยากรผู้ใช้ชุดฝึกอบรมหรือผู้รับการฝึกอบรมซึ่งต้องเรียนจากชุดฝึกอบรม (2) คำสั่งหรือการมอบงาน เพื่อกำหนดแนวทางการเรียนให้ชัดเจน (3) เนื้อหาสาระและสื่อโดยจัด

ให้อยู่ในรูปของสื่อการสอนแบบประสม และกิจกรรมการฝึกอบรมแบบกลุ่มและรายบุคคลตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และ (4) การประเมินผล เป็นการประเมินผลของกระบวนการ ได้แก่ แบบฝึกหัด รายงาน การค้นคว้า และผลของการเรียนรู้ในรูปของแบบทดสอบต่างๆ

จินตนา ใบกาซูยี (2536 : 70-78) กล่าวถึง องค์ประกอบของการผลิตสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง ว่าประกอบด้วย 1) บทนำ ซึ่งประกอบด้วย คำนำ คำชี้แจง และสารบัญ 2) เนื้อหา ซึ่งประกอบด้วย ความคิดรวบยอด จุดประสงค์ทั่วไป แบบทดสอบประเมินผลก่อนและหลังเรียน และ 3) บทสรุป

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2547 : 154-157) กล่าวว่า องค์ประกอบของชุดฝึกอบรมมี 2 ประเภท ดังนี้

1) องค์ประกอบของผลที่ได้รับในการพัฒนาชุดฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วย

(1) คู่มือการฝึกอบรม ชุดฝึกอบรมทุกชุดจะต้องมีคู่มือสำหรับชุดฝึกอบรมนั้นๆ สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องในส่วนของวิทยากรผู้มีหน้าที่ฝึกอบรมนั้น คู่มือการฝึกอบรมจะช่วยให้วิทยากรรับทราบถึงขั้นตอนต่างๆ ในการวางแผน เตรียมการ ตลอดจนดำเนินกิจกรรมการฝึกอบรม ในส่วนที่เกี่ยวกับผู้รับการฝึกอบรมจะเป็นการแนะนำให้รู้ถึงวิธีการใช้และศึกษาจากชุดฝึกอบรมนั้นๆ

(2) สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม เป็นองค์ประกอบที่จะเสนอหรือถ่ายทอดเนื้อหาสาระและประสบการณ์ในชุดฝึกอบรมไปสู่ผู้รับการฝึกอบรม และที่สำคัญที่สุด คือ การที่ผู้รับการฝึกอบรมจะได้รับการถ่ายทอดเนื้อหาสาระและประสบการณ์ที่มีมาตรฐานเดียวกัน เพราะเกิดจากชุดฝึกอบรมเดียวกัน

(3) กิจกรรมในชุดฝึกอบรม เป็นองค์ประกอบที่ได้จัดเตรียมสื่อและวิธีการของการจัดฝึกอบรมไว้ ซึ่งจะเป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่วิทยากรผู้มีหน้าที่ฝึกอบรมสามารถดำเนินการได้บรรลุวัตถุประสงค์ตามความต้องการ

(4) การประเมินในชุดฝึกอบรม มี 2 ลักษณะ คือ การประเมินผู้รับการฝึกอบรมกับการประเมินชุดฝึกอบรมเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้รับการฝึกอบรมและประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมจะต้องมีการกำหนดและจัดทำวิธีการและเครื่องมือประเมิน

2) องค์ประกอบชุดฝึกอบรมเชิงระบบ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) องค์ประกอบของชุดฝึกอบรมด้านปัจจัยนำเข้า ได้แก่ บุคลากร งบประมาณ วัสดุอุปกรณ์ สื่อ อาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อม ปรัชญาการฝึกอบรม แผนและนโยบายการฝึกอบรม หลักสูตร และเนื้อหาสาระการฝึกอบรม

(2) องค์ประกอบของชุดฝึกอบรมในด้านการดำเนินการฝึกอบรม เกี่ยวข้องกับการศึกษาแนวคิดพื้นฐานของระบบการฝึกอบรมในด้านหลักสูตร การกำหนดวัตถุประสงค์ การศึกษาระบบและวิธีการฝึกอบรมที่มีอยู่ การกำหนดปัจจัยนำเข้าในการออกแบบการฝึกอบรมด้านกระบวนการฝึกอบรม

(3) องค์ประกอบการวัดและประเมินผลการฝึกอบรม เป็นองค์ประกอบสำคัญในการตรวจสอบความสำเร็จของผู้รับการฝึกอบรมว่าสามารถปฏิบัติกิจกรรมหรือมีความสามารถตามวัตถุประสงค์ย่อยและ

วัตถุประสงค์หลักของการฝึกอบรม และเป็นข้อมูลในการปรับปรุงชุดฝึกอบรมให้เหมาะสม ทำให้ผู้รับการฝึกอบรมบรรลุเป้าหมายของวัตถุประสงค์การฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยสรุป องค์ประกอบของชุดฝึกอบรม มี 2 ประเภท คือ (1) องค์ประกอบของผลที่ได้รับการพัฒนาชุดฝึกอบรม ประกอบด้วย คู่มือ สื่อ กิจกรรม และการประเมิน (2) องค์ประกอบชุดฝึกอบรมเชิงระบบ ประกอบด้วย ปัจจัยนำเข้า การดำเนินการ การวัดและประเมินผล

1.3 การออกแบบชุดฝึกอบรมทางไกล

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2547 : 158-168) กล่าวว่า การออกแบบชุดฝึกอบรมประกอบด้วย

1.3.1 การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบชุดฝึกอบรม

ในการออกแบบชุดฝึกอบรมนั้น ขั้นตอนก่อนที่จะดำเนินการออกแบบประกอบด้วย

1) การศึกษาแนวคิดพื้นฐานสำหรับชุดฝึกอบรม เป็นการศึกษาเกี่ยวกับด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง การปกครอง ศิลปวัฒนธรรมและประเพณีท้องถิ่น เพื่อเป็นข้อมูลการออกแบบชุดฝึกอบรม

2) การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบชุดฝึกอบรม ประกอบด้วยวัตถุประสงค์สองประเภท ประเภทแรก คือ การกำหนดวัตถุประสงค์ชุดฝึกอบรมประเภทชุดสื่อฝึกอบรม ซึ่งเป็นการกำหนดแบบกว้างๆ ไม่เจาะจงชัดเจนลงไปนัก เพื่อให้ผู้ใช้ชุดสื่อฝึกอบรมได้สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงชุดสื่อฝึกอบรมให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการจัดฝึกอบรมได้โดยง่าย ส่วนอีกประเภทหนึ่งนั้น คือ การกำหนดวัตถุประสงค์ชุดฝึกอบรมประเภทโมดูลฝึกอบรม จะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนในขั้นการออกแบบชุดฝึกอบรม เพราะชุดฝึกอบรมประเภทนี้จะจัดการฝึกอบรมพร้อมสื่อวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ไม่มีในสถานที่ฝึกอบรม เป็นชุดเพื่อการฝึกอบรมวัตถุประสงค์ใดวัตถุประสงค์หนึ่งโดยเฉพาะ

1.3.2 การศึกษาชุดฝึกอบรมที่มีอยู่ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับชุดอุปกรณ์ ชุดฝึกอบรม และโมดูลฝึกอบรมที่มีอยู่ก่อนแล้ว เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบชุดฝึกอบรมต่อไป

1.3.3 การออกแบบจำลองชุดฝึกอบรม ประกอบด้วย 4 ขั้น ดังนี้

1) การกำหนดปัจจัยนำเข้าเพื่อการออกแบบชุดฝึกอบรม ครอบคลุมการวิเคราะห์ทรัพยากรที่มีอยู่และได้มาเป็นปัจจัยนำเข้าของชุดฝึกอบรม โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้ (1) เป็นทรัพยากรที่เหมาะสมและเกื้อหนุนวัตถุประสงค์ในการออกแบบ (2) หาง่ายและมีราคาถูก (3) วัสดุ อุปกรณ์ อาคารสถานที่ และสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยนำเข้าในระบบฝึกอบรมและไม่ต้องขนย้ายมาจากที่อื่น (4) ไม่เป็นอันตรายต่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม เช่น เครื่องมืออันตรายต่างๆ สัตว์ร้ายที่ควบคุมยาก แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้เครื่องมืออันตรายต่างๆ เช่น วัตถุระเบิด ก็ต้องมีมาตรการรักษาความปลอดภัยแก่ผู้รับการฝึกอบรม (5) ต้องไม่ขัดต่อปรัชญา ความเชื่อ ศิลปวัฒนธรรมประเพณีอันดีงามของท้องถิ่น (6) ต้องเกื้อหนุนต่อการมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม (7) เกื้อหนุนต่อกิจกรรมที่เป็นขั้นเป็นตอนทีละน้อยในการนำเสนอเนื้อหาสาระ หรือปฏิบัติกิจกรรมการฝึกอบรมของชุดฝึกอบรมที่ออกแบบ (8) ต้องเกื้อหนุนต่อความสำเร็จในการปฏิบัติกิจกรรมของ

ชุดฝึกอบรม และ (9) เกื้อหนุนต่อการให้รางวัลความสำเร็จในการปฏิบัติกิจกรรมสำเร็จตามเกณฑ์ของชุดฝึกอบรม

2) การกำหนดกระบวนการออกแบบชุดฝึกอบรม พิจารณาจากปัจจัยที่เกื้อหนุนวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดที่จะกำหนดสื่อที่ใช้ปฏิบัติกิจกรรมของผู้ให้และผู้รับการฝึกอบรมในชุดฝึกอบรม

3) การกำหนดการประเมินผลลัพธ์และผลย้อนกลับในชุดฝึกอบรม กำหนดทั้งด้านการเตรียมการฝึกอบรม การดำเนินการฝึกอบรม และหลังการฝึกอบรม เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบชุดฝึกอบรม

4) การออกแบบจำลองชุดฝึกอบรม เป็นการกำหนดทางเลือกในการออกแบบชุดฝึกอบรม และออกแบบจำลองตามรูปแบบตามที่กำหนดในการออกแบบชุดฝึกอบรม

โดยสรุป การออกแบบชุดฝึกอบรม ประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์ การศึกษาชุดฝึกอบรมที่มีอยู่ และการออกแบบจำลองชุดฝึกอบรม

1.4 การผลิตชุดฝึกอบรมทางไกล

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537 : 45-102) ได้เสนอขั้นตอนการผลิตชุดฝึกอบรมทางไกลไว้ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1) วิเคราะห์เนื้อหา โดยการกำหนดเนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชา หรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการ

2) กำหนดหน่วยหรือคาบในการฝึกอบรม แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการฝึกอบรม โดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้วิทยากรสามารถถ่ายทอดความรู้แก่ผู้รับการฝึกอบรมได้ครบถ้วนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

3) กำหนดหัวเรื่องที่วิทยากรผู้ฝึกอบรมจะจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม แล้วกำหนดหัวเรื่องออกมาเป็นหน่วยย่อย และจัดลำดับขั้นให้เหมาะสม

4) กำหนดแนวคิดที่สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปแนวคิด สาระ และหลักเกณฑ์สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาฝึกอบรมให้สอดคล้องกัน

5) กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง โดยกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีพฤติกรรม เงื่อนไข และเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรม

6) กำหนดกิจกรรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้วิทยากรได้ทราบว่าหลังจากผ่านการฝึกอบรมและประกอบกิจกรรมเสร็จแล้ว ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

7) กำหนดการประเมินที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้วิทยากรทราบว่าหลังจากที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมผ่านกิจกรรมแล้วผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8) เลือกและผลิตสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม ทั้งสื่อวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่วิทยากรใช้เป็นสื่อการฝึกอบรม เมื่อผลิตสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรมแต่ละหัวเรื่องแล้ว ให้จัดสื่อเหล่านั้นเป็นหมวดหมู่

9) ทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมและปรับปรุงชุดฝึกอบรม เพื่อเป็นการประกันว่าชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพ

10) นำชุดฝึกอบรมมาใช้จริง โดยมีการกำหนดขั้นตอนในการใช้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำแบบทดสอบก่อนการฝึกอบรม

ขั้นที่ 2 นำเข้าสู่เรื่องที่ฝึกอบรม

ขั้นที่ 3 ประกอบกิจกรรมการอบรม

ขั้นที่ 4 สรุปผลการฝึกอบรม

ขั้นที่ 5 ทำแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2547 : 169-174) ได้กล่าวถึงการผลิตชุดฝึกอบรมไว้ตามขั้นตอน ดังนี้

1) การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อการฝึกอบรม ในกระบวนการฝึกอบรมที่ดีจะต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ให้ผู้จัดการฝึกอบรมและผู้รับการฝึกอบรมสามารถที่จะทราบว่าตนเองจะฝึกอบรมเกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้าง เมื่อเสร็จสิ้นการฝึกอบรมแล้วผู้รับการฝึกอบรมและผู้ให้การฝึกอบรมจะสามารถประเมินผลของการฝึกอบรมครั้งนี้ว่าบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้ไว้หรือไม่ จึงกำหนดวัตถุประสงค์ในรูปวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม คือ วัตถุประสงค์ที่ผู้ให้การฝึกอบรมกำหนดให้ผู้รับการฝึกอบรมเปลี่ยนแปลงในการฝึกอบรม

2) การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการฝึกอบรม

(1) ต้องบรรยายให้ทราบว่าผู้รับการฝึกอบรมมีความสามารถจะแสดงพฤติกรรมอะไร ต้องบรรยายด้วยถ้อยคำชัดเจน ช่วยให้สามารถสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดพฤติกรรมเหล่านั้น และเห็นการแสดงออกของผู้รับการฝึกอบรมด้วยการใช้คำแสดงอาการ เช่น เขียน บอก เล่า แยก จำแนก แก้ไข สร้าง เปรียบเทียบ บอกความแตกต่าง เป็นต้น และควรหลีกเลี่ยงคำต่อไปนี้ คือ รู้ เข้าใจ ซาบซึ้ง นำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า

(2) ต้องบรรยายเงื่อนไขของการสังเกตเชิงพฤติกรรมให้ชัดเจนว่าผู้รับการฝึกอบรมแสดงออกมาให้เห็นนั้น ภายใต้เงื่อนไขอันใด การเขียนเงื่อนไขของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจะต้องตอบคำถามต่อไปนี้

ก. การกระทำพฤติกรรมที่กำหนดไว้มีอะไรเป็นเครื่องช่วยในการที่จะแสดงออกเชิงพฤติกรรม

ข. การกระทำเชิงพฤติกรรมมีอะไรที่ไม่ได้กำหนดเงื่อนไข เช่น ให้ผู้รับการฝึกอบรมฉายสไลด์ได้ นั้นไม่ได้กำหนดว่าเป็นเครื่องฉายสไลด์รูปแบบหรือรุ่นใด

ค. การบรรยายเงื่อนไขในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ควรจะใช้คำต่อไปนี้ กำหนดหัวข้อให้ กำหนดเนื้อหาในห้องเรียน ไม่ต้องดูต้นแบบ เขียนสื่อด้วยมือ หรือไม่ใช้เครื่องมือ เป็นต้น

(3) กำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่ผู้ให้การฝึกอบรมจะให้ผู้รับการฝึกอบรมสามารถแสดงพฤติกรรมนั้นๆ ได้มากน้อยเพียงใด เช่น สามารถควบคุมกล้องได้อย่างน้อยสองแบบ สามารถทำแผ่นใสด้วยวิธีสกรีนอย่างน้อย 3 แผ่น เป็นต้น

3) การจัดลำดับการนำเสนอ

(1) พิจารณาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการฝึกอบรม เป็นการพิจารณาว่าพฤติกรรมสุดท้ายที่เราต้องการในการฝึกอบรมนั้นๆ คืออะไร จากนั้นก็ตั้งเป็นธงคำตอบไว้เพื่อที่จะให้ดำเนินการหากรรมวิธีไปให้ถึงคำตอบหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดนั้นได้

(2) วิเคราะห์พฤติกรรม เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปว่าพฤติกรรมที่เราต้องการที่จะให้เกิดขึ้นหลังจากจบการฝึกอบรมนั้นมีอะไรบ้าง จากนั้นก็จัดลำดับขั้นตอนที่จะดำเนินการ เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมได้มีความรู้ความสามารถตามที่ต้องการ

(3) จัดลำดับประสบการณ์การฝึกอบรม พิจารณาว่าในการฝึกอบรมนั้น สิ่งใดควรจะได้รับการดำเนินการก่อนหลัง เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมมีความรู้ความสามารถเป็นไปตามลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม

(4) กำหนดขอบข่ายเนื้อหาสาระการฝึกอบรม จากการวิเคราะห์พฤติกรรมอันที่จะนำไปสู่เป้าหมายจะสามารถพิจารณาได้ว่าเนื้อหาสาระและประสบการณ์ใดที่จะบรรจุลงไปในชุดฝึกอบรม และมีลำดับก่อนหลังในการฝึกอบรมอย่างไร

(5) การพิจารณาหลักสูตรการฝึกอบรม ต้องพิจารณาจัดหัวข้อการฝึกอบรมให้เหมาะสมสอดคล้องกับเวลาในการฝึกอบรม โดยการนำเนื้อหาสาระที่ต้องการบรรจุในชุดฝึกอบรมมาทำการจัดทำเป็นขั้นเป็นตอนอย่างละเอียด จากนั้นก็พิจารณาตัดทอนตามความเหมาะสมให้สอดคล้องกับเวลาของการฝึกอบรม เมื่อได้ตอนย่อยในการฝึกแล้วก็ดำเนินการค้นคว้าเนื้อหาจากเอกสาร ตำรา และสื่อต่างๆ เพื่อแสวงหายุทธศาสตร์ในการฝึกอบรมต่อไป

4) ขั้นตอนการผลิตชุดฝึกอบรม ระบบการฝึกอบรมสามารถเขียนได้หลายรูปแบบ สำหรับแนวทางที่ นิพนธ์ ศุขปรีดี (2547 : 179) ได้วางไว้เป็นแนวคิดของเกอร์ลาดและอีลาย ประกอบด้วย 9 ขั้นตอน คือ (1) วัตถุประสงค์และเนื้อหาการฝึกอบรม (2) การวัดและประเมินผลก่อนการฝึกอบรม (3) ยุทธศาสตร์การฝึกอบรม (4) การจัดกลุ่มผู้รับการฝึกอบรม (5) การจัดสรรเวลาการฝึกอบรม (6) การจัดอำนวยความสะดวกและสถานที่การฝึกอบรม (7) การเลือกสื่อฝึกอบรม (8) การประเมินผลการฝึกอบรม และ (9) การวิเคราะห์การฝึกอบรม

(1) วัตถุประสงค์และเนื้อหาชุดฝึกอบรม เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมว่าหลังจากที่เสร็จสิ้นการฝึกอบรมแล้วผู้รับการฝึกอบรมจะมีพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เนื้อหาการฝึกอบรมจะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ต้องการ

(2) การประเมินก่อนการรับการฝึกอบรม เป็นการกำหนดเกณฑ์คุณสมบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ผู้ให้การอบรมต้องกำหนดให้แน่ชัดว่าคุณสมบัติทางด้านความรู้และทักษะของบุคคลชนิดใดจึงจะร่วมการ

ฝึกอบรมได้ เพื่อให้การฝึกอบรมบรรลุตามเป้าหมาย การประเมินผู้เข้ารับการฝึกอบรมอาจกระทำโดยการสอบข้อเขียน สอบปฏิบัติการ แบบสอบถาม หรือพิจารณาจากประวัติ

(3) การออกแบบยุทธศาสตร์ชุดฝึกอบรม เป็นการแสวงหาวิธีการฝึกอบรมเพื่อให้การฝึกอบรมบรรลุเป้าหมาย ในการฝึกอบรมแต่ละครั้งอาจมียุทธศาสตร์ในการดำเนินการหลายๆ รูปแบบได้ เช่น การบรรยายประกอบสื่อ รายงานกลุ่ม การสัมภาษณ์บุคลากร นอกจากนี้ยังครอบคลุมการจัดกลุ่มผู้รับการฝึกอบรม การจัดสรรเวลาการฝึกอบรม การเลือกและจัดสถานที่ การเลือกสื่อในการฝึกอบรม

(4) การประเมินหลังการฝึกอบรม เป็นการประเมินทั้งผู้ให้และผู้รับการฝึกอบรม ตลอดจนวิธีการฝึกอบรม เพื่อพิจารณาว่าการจัดการฝึกอบรมได้ผลเพียงใด และบรรลุเป้าหมายหรือไม่

(5) การวิเคราะห์ข้อมูลย้อนกลับ เป็นการนำผลการฝึกอบรมมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางปรับปรุงการฝึกอบรมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

5) การเลือกสื่อชุดฝึกอบรม

(1) หลักการเลือกสื่อชุดฝึกอบรม เนื่องจากสื่อเป็นตัวกลางที่จะถ่ายทอดความรู้ เนื้อหาสาระ ประสบการณ์ ทัศนคติ และทักษะต่างๆ จากผู้ให้การฝึกอบรมไปสู่ผู้รับการฝึก การเลือกสื่อจึงจำเป็นต้องพิจารณาให้มีประสิทธิภาพ สื่อจะต้องสนองวัตถุประสงค์การฝึกอบรม สื่อจะต้องเหมาะสมกับการตอบสนองของผู้รับการฝึกอบรม สื่อจะต้องเหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของผู้รับการฝึกอบรม เลือกสื่อฝึกอบรมเท่าที่พอจะหาได้ในท้องถิ่น ไม่จำเป็นต้องมีราคาสูง

(2) การออกแบบสื่อการฝึกอบรม สื่อที่ดีต้องได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการสื่อความ กล่าวคือ วัตถุประสงค์การใช้สื่อแน่ชัดว่าจะให้ผู้รับการฝึกอบรมรู้ในสิ่งที่ผู้ให้การฝึกอบรมต้องการให้รู้ เนื้อหาที่นำเสนอต้องกระจ่างชัด ง่ายต่อการเข้าใจ ออกแบบถูกต้องตามหลักการทางศิลปะ และผ่านการทดสอบประสิทธิภาพแล้ว

6) การประเมินชุดฝึกอบรม เป็นการหาข้อบกพร่องของชุดฝึกอบรมเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขพัฒนาชุดฝึกอบรมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ประกอบด้วย การประเมินวัตถุประสงค์ การประเมินเนื้อหาสาระในชุดฝึกอบรม การประเมินผู้รับการฝึกอบรม การประเมินยุทธศาสตร์การฝึกอบรม การประเมินสถานที่ เวลา และสื่อการฝึกอบรม

พัชรี ผลโยธิน และคณะ (2548) ได้พัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีขั้นตอนในการพัฒนา 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 2 ประชุมปฏิบัติการวิเคราะห์และสังเคราะห์เนื้อหาสาระ

ขั้นที่ 3 ผลิตชุดฝึกอบรมทางไกล

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคุณภาพของชุดฝึกอบรมทางไกล

ขั้นที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกอบรมทางไกล

โดยสรุป การผลิตชุดฝึกอบรมประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์ การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การจัดลำดับการนำเสนอ ขั้นตอนการผลิต การเลือกสื่อ และการประเมิน

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ในกรุงเทพและปริมณฑล ซึ่งมีขอบข่ายเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ กำหนดเกณฑ์ไว้ที่ 80/80 และผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพให้ใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ห่างจากเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5% หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพไม่เกิน ± 2.5 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2556)

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล โดยผสมผสานขั้นตอนการผลิตชุดฝึกอบรมตามที่ได้นำเสนอข้างต้น และกำหนดเป็นขั้นตอนในการผลิตชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ในกรุงเทพและปริมณฑล ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดจุดประสงค์ของชุดฝึกอบรมทางไกล

ขั้นที่ 2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 3 สร้างชุดฝึกอบรมทางไกล

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคุณภาพชุดฝึกอบรมทางไกล

ขั้นที่ 5 ทดลองใช้และวิเคราะห์ผลการทดลองใช้ชุดฝึกอบรมทางไกล

ขั้นที่ 6 ปรับปรุงชุดฝึกอบรมทางไกล

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) เป็นกลุ่มของทักษะที่สะท้อนให้เห็นถึงพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ มีความเหมาะสมกับวิทยาศาสตร์หลายสาขา และเป็นความสามารถที่สามารถถ่ายโยงไปสู่สถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง (Monhardt and Monhardt, 2006) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควบคู่กับการสอนให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหา หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2544) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (intellectual skills) หรือเป็นทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2550 : 253) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) เป็นทักษะกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2547 : 249) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้เสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กล่าวโดยสรุป ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางการคิด กระบวนการ หรือเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ อย่างมีระเบียบแบบแผน

2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science : AAAS, 1974) จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามลักษณะความยากง่ายของทักษะต่างๆ ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic or simpler science process skills) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (integrated or more complex science process skills) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต (observing) ทักษะการวัด (measuring) ทักษะการจำแนกประเภท (classifying) ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (using space/space and space/time relationships) ทักษะการใช้ตัวเลข (using number) หรือการคำนวน (calculating) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (manipulating and communicating data) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring) และทักษะการทำนาย (predicting) หรือการพยากรณ์ (forecasting) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (operational defining of the variable) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable) ทักษะการทดลอง (experimenting) และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion)

2.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic or simpler science process skills) 8 ทักษะ ได้แก่

(1) ทักษะการสังเกต (observing) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความเห็นของผู้สังเกต

(2) ทักษะการวัด (measuring) หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสม และความสามารถในการอ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง รวดเร็ว และใกล้เคียงกับความจริง พร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ

(3) ทักษะการจำแนกประเภท (classifying) หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

(4) ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (using space/space and space/time relationships) จากการที่ที่ว่างบริเวณที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ จะมีรูปร่างและลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ (dimensions) ได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความสูง หรือความหนาของวัตถุ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้ คือ 1) ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ 2) สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏจะเป็นซ้ายขวาของกันและกันอย่างไร 3) ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง 4) การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

(5) ทักษะการใช้ตัวเลข (using number) หรือการคำนวน (calculating) หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรงหรือจากแหล่งอื่น ตัวเลขที่คำนวณนั้นต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกัน ตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้น

(6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (manipulating and communicating data) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำใหม่โดยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ การแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจมากขึ้น อาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เป็นต้น

(7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอยู่อาจได้มาจากการสังเกต การวัด การทดลอง คำอธิบายนั้นได้มาจากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนที่เป็นความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

(8) ทักษะการทำนาย (predicting) หรือการพยากรณ์ (forecasting) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตข้อมูล (interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (extrapolating)

2.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่

(1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไป สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมติฐานนี้สร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน การ

คาดคะเนคำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน ข้อความของสมมติฐานต้องสามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลองและแก้ไขได้เมื่อมีความรู้ใหม่

(2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (operational defining of the variable) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตและวัดได้ คำนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะ เป็นภาษาง่ายๆ ชัดเจน ไม่กำกวม ระบุสิ่งที่สังเกตได้ และระบุการกระทำซึ่งอาจเป็นการวัด การทดสอบ การทดลองไว้ด้วย

(3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมุติฐานหนึ่ง การควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

(4) ทักษะการทดลอง (experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ 1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการดำเนินการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดวิธีดำเนินการทดลอง การกำหนดและควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง 2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ และ 3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่นๆ

(5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion) หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปภาพต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ

รีนา ภูมิระวิ (2554) ได้สร้างและหาคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยก่อนการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น รีนาได้ระบุความหมาย และกำหนดพฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะนั้นๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงทักษะ ความหมาย และพฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
1. ทักษะการสังเกต (observing)	การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะ	1. ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง 2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
	หาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ 1. ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเกี่ยวกับรูปร่าง กลิ่น การสัมผัสซึ่งเป็นลักษณะหรือคุณสมบัติที่ยังไม่สามารถระบุออกมาเป็นตัวเลขแสดงปริมาณพร้อมหน่วยวัดมาตรฐานได้ 2. ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ 3. ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง	3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้
2. ทักษะการวัด (measuring)	การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ	1. เลือกเครื่องมือวัดได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด 2. บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ 3. บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง 4. ทำการวัดความกว้าง ความยาวความสูงอุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่นๆ ได้ถูกต้อง 5. ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้
3. ทักษะการคำนวณ (calculating)	การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือ หาค่าเฉลี่ย	1. การนับได้แก่ 1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง 1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ 1.3 ตัดสินได้ว่าของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
		1.4 ตัดสินได้ว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน 2. การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) ได้แก่ 2.1 บอกวิธีคำนวณได้ 2.2 คิดคำนวณได้ถูกต้อง 2.3 แสดงวิธีคิดคำนวณได้ 3. การหาค่าเฉลี่ย 3.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ 3.2 หาค่าเฉลี่ยได้ 3.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้
4. ทักษะการจำแนกประเภท (classifying)	การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทพิจารณาจากลักษณะความเหมือนและความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ซึ่งอาจเป็นเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเองหรือมีผู้อื่นกำหนดให้ ถ้าสิ่งที่นำมาจำแนกประเภทมีลักษณะนั้นร่วมกันก็จัดให้อยู่ในพวกเดียวกัน สิ่งที่ไม่มีลักษณะดังกล่าวก็รวมกันเป็นอีกพวกหนึ่ง เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทถ้าเป็นสิ่งไม่มีชีวิต เกณฑ์ที่ใช้มักจะเป็น สี รูปร่าง ขนาด ลักษณะผิว วัตถุที่ใช้ทำ ประโยชน์ ราคา ส่วนสิ่งที่มีชีวิตมักจะใช้เกณฑ์ที่มีลักษณะของสิ่งมีชีวิต อาหาร การสืบพันธุ์ ที่อยู่	1. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ 2. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ตนเองได้ 3. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
	อาศัย การเคลื่อนไหว เป็นต้น	
5. ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (using space/space and space/time relationships)	สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง -ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ -ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา	1. ชี้บ่งรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้ 2. วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้ 3. บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้ 4. บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติกับ 3 มิติ ได้ - ระบุรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุน รูป 2 มิติได้ -เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา -เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้นได้ -บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน 5. บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้ 6. บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง 7. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้ 8. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้ 9. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่ง

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
		ต่างๆ กับเวลาได้
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (manipulating and communicating data)	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น	1. เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม 2. บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้ 3. ออกแบบเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ 4. เปลี่ยนแปลงข้อมูลใหม่ให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้น 5. บรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ 6. บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring)	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้	อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย
8. ทักษะการพยากรณ์ (forecasting)	การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำ ได้ 2 แบบคือการพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่	การพยากรณ์ โดยทั่วไป ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ การพยากรณ์ ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)	การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้	หาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (operational definning of the variable)	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้)	การกำหนดความหมายและขอบเขตคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตได้และวัดได้
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable)	การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ ตัวแปรต้น คือสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปร	ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมได้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
	ต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อตัวแปรตามด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนๆ กัน	
12. ทักษะการทดลอง (experimenting)	การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ 1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด 1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร) 1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง 2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ 3. การบันทึกการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจจะเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่นๆ	1. ออกแบบการทดลองโดย 1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย 1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้ 2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม 3. จดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้ถูกต้อง

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion)	การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด	1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ) 2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

3. การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาความรู้ความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวน ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการทำนายหรือการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ให้ผู้เรียนใช้ทักษะเหล่านี้ได้อย่างคล่องแคล่ว และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม (พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา 2550 : 282)

การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้การสอนประเภทที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนต่างๆ เช่น การสอนโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์หรือการสอนแบบทดลอง การสอนทักษะการทำโครงงาน และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และ ประจวบจิตร คำจัตุรัส 2555; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2552)

3.1 การสอนทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) ได้กล่าวถึง การสำรวจตรวจสอบและการทดลองว่าเป็นรูปแบบหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ฝึกการคิดและการปฏิบัติ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด การวิเคราะห์หาเหตุผลอย่างเป็นระบบ การลงมือปฏิบัติที่มีการใช้วัสดุอุปกรณ์หรือเครื่องมือในการสำรวจ ตรวจสอบ และการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การบันทึกผล และการสรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม

3.2 การสอนแบบทดลอง

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และประจวบจิตร คำจัตุรัส (2555) กล่าวว่า สถานการณ์ที่เหมาะสมในการสอนแบบทดลอง คือ เมื่อผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยการได้รับรู้ผลด้วยการกระทำของตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ข้อค้นพบที่ได้จะเป็นข้อมูลที่มีความหมายสำหรับผู้เรียนและเป็นความรู้ที่ผู้เรียนจำได้นาน

ในการจัดการเรียนรู้แบบทดลอง มีขั้นตอนสำคัญ บทบาทของผู้สอน และพฤติกรรมของผู้เรียนที่สำคัญ ดังในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ขั้นตอนสำคัญ บทบาทของผู้สอน และพฤติกรรมของผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนแบบทดลอง

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
1. การกำหนดปัญหา	นำเสนอหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษา โดยจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้วางแผนสำรวจและค้นหา ทำความเข้าใจกับปัญหา การกำหนดจุดประสงค์ที่ชัดเจน และออกแบบวิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม	แสดงพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการกำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษา รับรู้จุดประสงค์ของการหาคำตอบของปัญหา มีส่วนร่วมในการออกแบบหรือรับรู้วิธีการ/แนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหา
2. การทำนายหรือการตั้งสมมติฐาน	กระตุ้นให้ผู้เรียนกำหนดสมมติฐานและตัวแปรในการทดลองที่นำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการทดลอง กำหนดวัสดุ อุปกรณ์ และขั้นตอนการปฏิบัติ	นำเสนอสมมติฐาน บอกขั้นตอนการทดลอง และวัสดุ อุปกรณ์ที่จะต้องใช้ในการทดลอง
3. การลงมือปฏิบัติ	3.1 จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง 3.2 ให้ความรู้ที่จำเป็นเพื่อการทดลองที่ถูกวิธีและปลอดภัย 3.3 สาธิต/ฝึกหัดการใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์บางอย่างที่มีวิธีการใช้งาน	ลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอน

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
	โดยเฉพาะ	
4. การบันทึกและนำเสนอข้อมูล	4.1 ให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการบันทึกผลและนำเสนอข้อมูล 4.2 กระตุ้นให้ผู้เรียนออกแบบตารางบันทึกผลข้อมูลและวางแผนการนำเสนอข้อมูลในลักษณะต่างๆ เช่น การเขียนตาราง กราฟ แผนภูมิหรือการเขียนอธิบาย	4.1 ออกแบบวิธีการบันทึกและนำเสนอข้อมูล 4.2 ดำเนินการจดบันทึกและนำเสนอข้อมูล
5. การแปลความหมาย การประเมิน และการลงข้อสรุป	ใช้คำถามนำช่วยให้ผู้เรียนแปลความหมาย ประเมิน และลงข้อสรุปผลจากการทดลอง	เสนอผลการแปลความหมาย ประเมิน และลงข้อสรุป เป็นความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจของตนเอง

ในขั้นตอนของการสอนแบบทดลอง ผู้เรียนมีโอกาสได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการค้นพบความรู้ด้วยตนเองภายใต้การให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกของผู้สอน

เทคนิคสำคัญที่ใช้ในการสอนแบบทดลอง ได้แก่ 1) เทคนิคการใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษา การใช้คำถามนำเพื่อให้ผู้เรียนสรุปความรู้จากผลการทดลอง 2) เทคนิคการนำกลุ่ม เพื่ออภิปรายและช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย 3) เทคนิคการใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ในขณะที่สาธิตหรือให้ความรู้แก่ผู้เรียนในการทำการทดลอง 4) เทคนิคการสังเกต เก็บข้อมูล และประเมินความสามารถในการแสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

3.3 การสอนแบบโครงงาน

การสอนแบบโครงงาน (project-based learning) เป็นการสอนที่เหมาะสมกับธรรมชาติของการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะผู้เรียนจะมีโอกาสได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา และค้นพบข้อมูลความรู้ตามความสนใจของตนเอง และยังได้ใช้การบูรณาการความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาอื่นๆ นำมาใช้ร่วมกันในการทำงาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) ได้ให้ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ว่า เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ได้อย่างครอบคลุมทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ทำให้ได้ฝึกทักษะทางสติปัญญา ทักษะการศึกษา

ด้วยตนเอง ทักษะการทำงานเป็นทีม และทักษะการสืบค้นแหล่งความรู้ ความรู้ที่ผู้เรียนได้รับจะเริ่มต้นมาจากความสงสัยอยากรู้ของผู้เรียนเอง และความพยายามที่จะศึกษาหาคำตอบโดยการประมวลความรู้ ข้อมูลข่าวสาร เพื่อที่จะนำไปวางแผนสำหรับการแก้ปัญหาก่อนการลงมือทำ แล้วจึงดำเนินการตามแผนที่กำหนดและเขียนรายงานผลสำเร็จที่ทำได้ พร้อมทั้งมีการเสนอหรือการจัดแสดงผลงานที่สื่อสารความรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจด้วย ทั้งนี้ผู้เรียนมีโอกาสเลือกที่จะทำโครงงานประเภทสำรวจ โครงงานประเภททดลอง โครงงานประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ หรือโครงงานประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย ตามความสนใจและความถนัดของผู้เรียน

ตัวอย่างโครงงานประเภทสำรวจ

1.การสำรวจประชากรและชนิดของสิ่งต่าง ๆ สัตว์ พืช แร่ ฯลฯ ในบริเวณโรงเรียน…...

2. การสำรวจพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของนกเอี้ยงหงอน

3. การสำรวจมลพิษของอากาศในเขต…..

4. การสำรวจคุณภาพของน้ำบริเวณต่าง ๆ ในคลองแสนแสบ

5. การสำรวจฝุ่นที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในบริเวณโรงเรียน

ตัวอย่างโครงงานประเภททดลอง

1. ผลของสารละลายที่มีต่อการชะลอการเหี่ยวของดอกกุหลาบ

2. แสงสีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาหางนกยูง

3. การเปรียบเทียบผงซักฟอกที่ใช้ทำความสะอาด

4. การใช้ธาตุคาร์บอนในการดูดซับกลิ่นคาว

5. การศึกษาเปรียบเทียบการใช้พืชน้ำชนิดต่าง ๆ ในการบำบัดน้ำเสีย

ตัวอย่างโครงงานการพัฒนาหรือการประดิษฐ์

1. เครื่องควบคุมการรดน้ำโดยอาศัยหลักของคาน

2. เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

3. เครื่องดักจับแมลงวัน

4. เครื่องดักมอดในถังข้าวสาร

5. เครื่องกรองอากาศ

ตัวอย่างโครงงานประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

1. ทฤษฎีสัมพันธภาพของอัลเบอร์ต ไอน์สไตน์

2. สังคมหลังยุคนิวเคลียร์

3. กฎเกี่ยวกับการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาของกาลิเลโอ

4. ทฤษฎีดวงดาว

ในการสอนแบบโครงงาน นอกจากผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมดังกล่าวแล้ว ผู้เรียนยังได้เรียนรู้จากโครงงานวิทยาศาสตร์ในรูปของการวิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์ที่ผู้อื่นทำไว้แล้ว และจากการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์และคุณค่าต่อผู้เรียน ดังนี้ 1) ผู้เรียนได้แสดงสมรรถภาพทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การเชื่อมโยงความรู้ และการสื่อสารและการสื่อความหมาย 2) ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจที่จะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะทางสังคม ทำให้เกิดวิสัยทัศน์ และจิตวิทยาศาสตร์ 3) ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบบูรณาการ โดยการนำสาระการเรียนรู้ต่างกลุ่มสาระมาใช้ในแนวทางที่ส่งเสริมกัน เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ สังคมศึกษา ภาษาไทย สุขศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี รวมทั้งภาษาต่างประเทศ

สถานการณ์ที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน คือ เมื่อผู้สอนต้องการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำความรู้และทักษะที่ได้เรียนรู้จากวิชาต่างๆ มาใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาคำตอบ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ และตอบสนองความใฝ่รู้ของผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนควรจะมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่สนใจและมีความใฝ่รู้เป็นจุดเริ่มต้น

ในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน มีขั้นตอนสำคัญ บทบาทของผู้สอน และพฤติกรรมของผู้เรียนที่สำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ขั้นตอนสำคัญ บทบาทของผู้สอน และพฤติกรรมของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
1. ศึกษาความหมายและประเภทของโครงงาน	ให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายและประเภทของโครงงาน พร้อมนำเสนอตัวอย่างโครงงานแต่ละประเภท ด้วยวิธีการที่น่าสนใจ และเหมาะสมกับผู้เรียน	1. บอก/อธิบายความหมายของโครงงาน ลักษณะเฉพาะของโครงงานแต่ละประเภทได้ 2. แสดงการแยกแยะโครงงานแต่ละประเภทได้
2. สำรวจเรื่องที่จะทำโครงงาน	2.1 ให้แนวคิดในการสำรวจหัวข้อเรื่อง 2.2 ให้ผู้เรียนศึกษาตัวอย่างและหัวข้อปัญหาที่ทำโครงงาน 2.3 ให้ผู้เรียนฝึกคิดชื่อโครงงาน 2.4 ให้ผู้เรียนนำเสนอชื่อโครงงาน	2.1 บอกเล่าข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเรื่องที่จะทำโครงงานได้ 2.2 เสนอชื่อเรื่องหลายๆ ชื่อที่สามารถทำเป็นโครงงานได้ 2.3 บอกข้อมูลที่ได้จากการศึกษาบทคัดย่อโครงงานได้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
	2.5 ให้ผู้เรียนศึกษาบทคัดย่อของโครงงานประเภทต่างๆ	
3. วิเคราะห์โครงงาน	3.1 เสนอแบบวิเคราะห์และอธิบายวิธีใช้แบบวิเคราะห์โครงงาน 3.2 ให้ผู้เรียนศึกษาตัวอย่างการวิเคราะห์โครงงาน 3.3 ให้ผู้เรียนวิเคราะห์โครงงานประเภทต่างๆ	บอกรายการส่วนประกอบและความสัมพันธ์เชื่อมโยงภายในโครงงานได้
4. ระบุปัญหา/เรื่องที่จะทำโครงงาน	4.1 ให้ความรู้เกี่ยวกับหลักการพิจารณาหัวข้อโครงงาน 4.2 ให้ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้าบทความ/วารสาร/ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลในชุมชน 4.3 ให้ผู้เรียนระบุปัญหา/เรื่องที่จะทำโครงงาน	ระบุปัญหา/เรื่องที่จะทำโครงงานตามความสนใจได้
5. ศึกษาเอกสารหรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ เกี่ยวกับโครงงาน	ให้ความรู้เกี่ยวกับการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการทำโครงงานและการเขียนเอกสารอ้างอิง	5.1 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำโครงงานได้ 5.2 เขียนรายการเอกสารอ้างอิงได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ
6. ออกแบบการทดลอง/วางแผนการดำเนินการทำโครงงาน	ให้ผู้เรียนร่วมกันออกแบบการทดลองและวางแผนการดำเนินการทำโครงงาน	นำเสนอแผนการทดลอง/แผนการดำเนินการทำโครงงานได้
7. เขียนเค้าโครงของโครงงาน	7.1 ให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนเค้าโครงของโครงงาน 7.2 อธิบายรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการเขียนเค้าโครงของโครงงาน 7.3 ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการเขียนเค้าโครงของโครงงาน	เขียนเค้าโครงของโครงงานได้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
8. ลงมือทำโครงงาน	8.1 ให้ผู้เรียนลงมือทำโครงงานตามแผนที่เสนอไว้ และให้ผู้เรียนบันทึกผลการทำงานของตนเอง 8.2 รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตการทำงานของผู้เรียน	แสดงการปฏิบัติการตามแผนของโครงงานที่เสนอไว้ได้
9. เขียนรายงานโครงงาน	9.1 ให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนรายงานโครงงาน 9.2 ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนรายงาน	เขียนรายงานโครงงานได้สอดคล้องกับข้อมูลและเรื่องที่ทำและถูกต้องตามหลักการเขียนรายงาน
10. เสนอผลงานและจัดแสดงผลงานโครงงาน	10.1 ให้ความรู้เกี่ยวกับการจัดการแสดงผลงานโครงงาน 10.2 ให้ผู้เรียนออกแบบการจัดแสดงผลงานโครงงานโดยกำหนดการวางหัวข้อต่างๆ รวมทั้งข้อความที่ใช้ในการเสนอผลงาน	จัดนิทรรศการแสดงผลงานของโครงงานได้
11. อภิปรายผลการเรียนรู้จากการทำโครงงาน	11.1 ให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และประโยชน์จากการทำโครงงาน 11.2 ให้ผู้เรียนบอกความรู้สึกของตนเองเกี่ยวกับคุณค่าของการทำโครงงาน	11.1 สรุปความรู้ที่ได้จากการทำโครงงานได้ตรงประเด็น 11.2 บอกคุณค่าที่ได้จากการทำโครงงานได้

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และประจวบจิตร คำจัตุรัส (2555) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีเทคนิคที่สำคัญ คือ 1) เทคนิคการบรรยายนำเสนอความรู้ประกอบสื่อ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจความหมายของโครงงาน การจำแนกประเภทของโครงงาน การวิเคราะห์โครงงาน การเขียนเค้าโครงและการรายงานการทำโครงงาน รวมทั้งการจัดทำนิทรรศการเพื่อแสดงผลงาน 2) เทคนิคการจัดหาและใช้สื่อประกอบการสอนที่น่าสนใจ 3) เทคนิคการกระตุ้นและการเสริมแรง เพื่อให้ผู้เรียนนำเสนอเรื่องที่ต้องการทำเป็นโครงงาน และดำเนินการทำโครงงานจนสำเร็จ 4) เทคนิคการสังเกตและเก็บข้อมูลพฤติกรรมการปฏิบัติของผู้เรียนขณะเรียนและดำเนินการทำโครงงาน เพื่อการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

3.4 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry method) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานทางจิตวิทยา 3 ประการ คือ 1) การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาความรู้นั้นๆ มากกว่าการบอกให้ผู้เรียนรู้ 2) การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุดเมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นยั่วยุให้ผู้เรียนอยากเรียน และผู้สอนต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าทดลอง และ 3) วิธีการนำเสนอของผู้สอนจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสผู้เรียนได้ใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด แนวคิดที่กล่าวถึง 3 ประการ นั้นสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้/สร้างองค์ความรู้ (constructivism) ซึ่งเป็นฐานความคิดที่สำคัญและได้สะท้อนออกมาในความหมาย สถานการณ์ที่เหมาะสมในการใช้ ขั้นตอนที่สำคัญ บทบาทผู้สอน และพฤติกรรมผู้เรียน และเทคนิคการสอนที่สำคัญ ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ผู้เรียนจะได้ความรู้จากการคิดสืบสวนสอบสวน และได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาไปด้วยพร้อมๆ กัน

สถานการณ์ที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ ใช้เมื่อผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาจนเกิดเป็นทักษะการแก้ปัญหา และได้ทำความเข้าใจความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องจนเกิดเป็นความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งได้ด้วยตนเอง เนื้อหาที่จะสอนจะต้องสามารถตั้งเป็นประเด็นปัญหาได้

เนื่องจากการมีพื้นฐานความคิดของทฤษฎีการสรรค์สร้างองค์ความรู้ กิจกรรมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จึงมีลักษณะเด่นให้ผู้เรียนได้ทำการสำรวจตรวจสอบ ได้เชื่อมโยงความรู้เดิมและการแสวงหาความรู้ใหม่ นักการศึกษากลุ่ม BSCS (biological science curriculum study) ได้นำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอน เรียกว่า การจัดการเรียนรู้แบบ inquiry cycle หรือ 5Es ได้แก่ Engage, Explore, Explain, Elaborate และ Evaluate ซึ่งขั้นตอนสำคัญ บทบาทผู้สอน และพฤติกรรมผู้เรียน แสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ขั้นตอนสำคัญ บทบาทผู้สอน และพฤติกรรมผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
1. การสร้างความสนใจ (Engage)	จัดกิจกรรม/สร้างสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม	ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

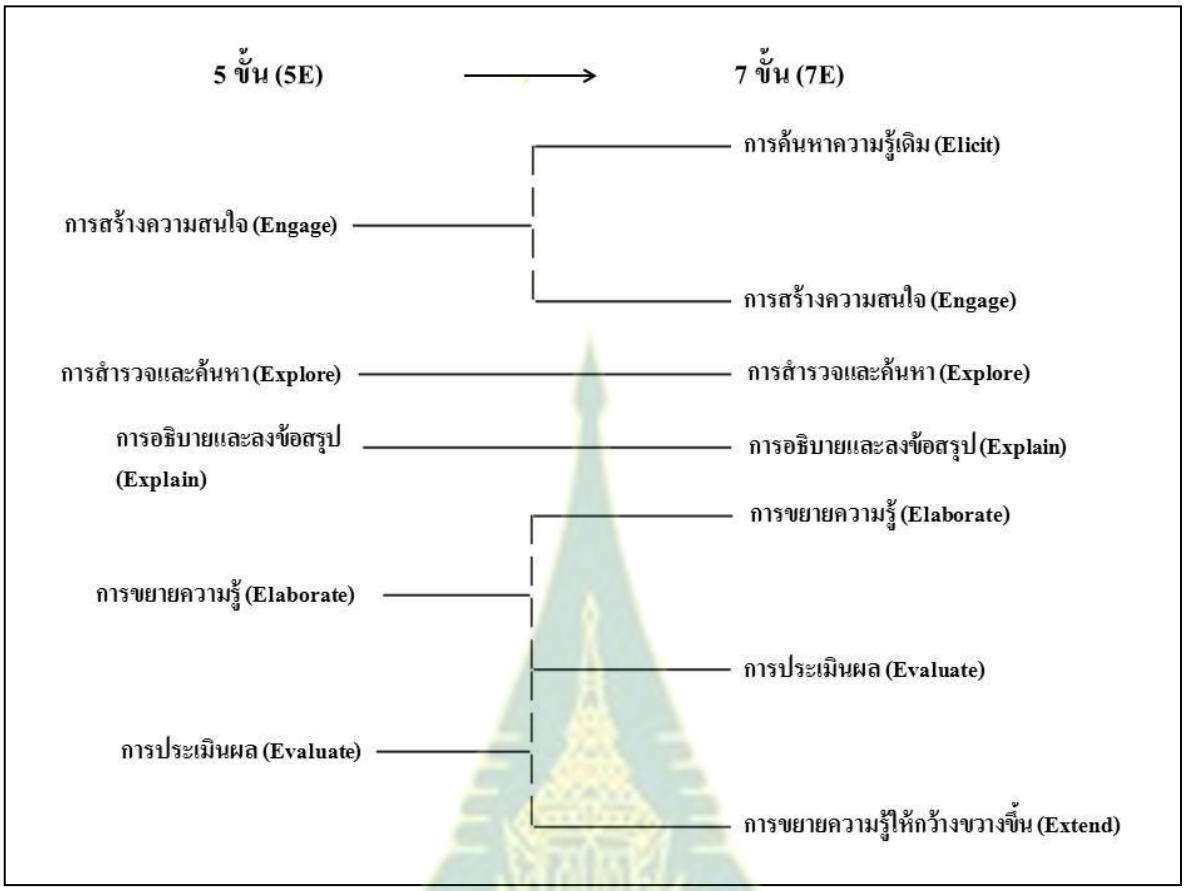
ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
	ลักษณะกิจกรรมที่ทำได้ คือ การทดลอง/การนำเสนอข้อมูลที่น่าสงสัย/การสาธิต/การนำเสนอข่าว/สถานการณ์/เหตุการณ์ที่น่าสงสัย	
2. การสำรวจและค้นหา (Explore)	อำนวยความสะดวก/ให้คำแนะนำส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ตั้งสมมติฐานและทำการทดลอง/สืบค้น และรวบรวมข้อมูลเพื่อสำรวจตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้	2.1 สำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 2.2 ตั้งสมมติฐาน 2.3 ทดลอง/สืบค้นข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)	ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ แนะนำวิธีการจัดกระทำข้อมูลในรูปของตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงแนวโน้ม/แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล ตั้งคำถามนำทางให้ผู้เรียนได้สรุปผลและอภิปรายผลการทดลองอย่างมีเหตุผล กระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบความสอดคล้องของผลการทดลองกับสมมติฐาน	สร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเองโดยการอธิบายความคิดของตนเองพร้อมแสดงหลักฐานประกอบคำอธิบาย แสดงผลการตรวจสอบผลการทดลองว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่
4. การขยายความรู้ (Elaborate)	จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นและอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบ/เพิ่มเติมความสมบูรณ์/ขยายกรอบความคิดของความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่โดย 1) ตั้งประเด็นให้ผู้เรียนอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนนำเสนอไว้ 2) ซักถามให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้/ข้อค้นพบที่ผู้เรียนได้นำเสนอไว้	แสดงการตรวจสอบ/เพิ่มเติมความสมบูรณ์/ขยายกรอบความคิดของความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่โดย 1) อธิบาย/แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่นำเสนอไว้ 2) ตอบคำถาม/ขยายความ/ให้ตัวอย่างเพิ่มเติมในเรื่องของความรู้/ข้อค้นพบที่ได้นำเสนอไว้ 3) แสดงการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น เสนอเป็น

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
	3) ตั้งคำถาม/ประเด็นให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้เดิม	แบบจำลองหรือแผนผังความรู้ 4) นำเสนอวิธีการและข้อมูลที่ได้ทำการค้นคว้าเพิ่มเติมตามประเด็นที่สนใจ
5. การประเมินผล (Evaluate)	จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ประเมินจุดเด่นจุดด้อยในกระบวนการแสวงหาความรู้ของตนเองโดย 1) ให้ผู้เรียนตรวจสอบความรู้ของตนเองกับผู้เรียนคนอื่นๆ 2) ให้ผู้เรียนพูดถึงวิธีการสืบเสาะหาความรู้ของตนเอง 3) ให้ผู้เรียนนำความรู้หรือแบบจำลองหรือแผนผังความรู้ไปอธิบายหรือประยุกต์กับเหตุการณ์อื่นๆ	แสดงการประเมิน ตรวจสอบการประยุกต์ความรู้ที่สร้างขึ้น และเริ่มต้นความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ในเรื่องใหม่ โดย 1) ตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้การสังเกต หลักฐาน และคำอธิบาย 2) พูดอธิบายวิธีการสืบเสาะหาความรู้ของตนเอง 3) แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะที่ได้เรียนรู้ 4) ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ของตนเอง 5) ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป

จากขั้นตอนสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบนี้ไปใช้ ผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน และต้องระมัดระวังไม่รีบเร่งปฏิบัติกิจกรรมในส่วนที่เป็นบทบาทของผู้เรียน เช่น เมื่อนำเสนอข้อมูล/เหตุการณ์ที่ชวนสงสัยให้ผู้เรียนดูแล้วต้องรอที่จะให้ผู้เรียนเสนอคำถาม ข้อสงสัย ด้วยตัวของผู้เรียนเอง

นอกจากการนำเสนอขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้น (5Es) ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ยังมีการนำเสนอขั้นตอนย่อยๆ ในขั้นตอนของ 5Es เพิ่มอีก 2 ขั้น รวมเป็น 7 ขั้น (7Es) ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การขยายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es เป็น 7Es

ไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft, 2003) ได้เสนอการขยายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปแบบ 5Es เป็น 7Es รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 7Es เน้นที่การถ่ายโยงการเรียนรู้ (transfer of learning) และความสำคัญของการค้นหาความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนที่จะทำความเข้าใจกับเรื่องที่เรียนใหม่ (eliciting prior understanding)

ขั้นตอนที่เพิ่มมาเป็นขั้นตอนแรกก่อนขั้นตอนการสร้างความสนใจ (Engage) คือ ขั้นตอนการค้นหาความรู้เดิม (Elicit) ซึ่งเป็นการสกัดหรือค้นหาความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนนำไปสู่การเรียนรู้และเข้าใจเรื่องที่จะเรียนใหม่ การค้นหาความรู้เดิมของผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้สอนจะต้องทำเพื่อให้รู้ว่าผู้เรียนมีความรู้เดิมอะไรบ้างก่อนที่จะมีการสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยผู้สอนอาจจะใช้คำถามให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น เช่น ในการสอนเกี่ยวกับเรื่องเข็มขัดนิรภัย ผู้สอนอาจจะเริ่มต้นโดยใช้คำถามเกี่ยวกับการออกแบบเข็มขัดนิรภัยสำหรับรถยนต์แข่งที่ใช้ความเร็วสูงว่าแตกต่างจากการออกแบบเข็มขัดนิรภัยสำหรับรถยนต์นั่งธรรมดาอย่างไร โดยที่คำตอบที่ได้ไม่จำเป็นต้องนำไปสู่ข้อสรุป อีกขั้นตอนหนึ่งของรูปแบบ 7Es ที่เพิ่มมาเป็นขั้นตอนที่เพิ่มเติมขั้นตอนการขยายความรู้ (Elaborate) คือ ขั้นตอนการขยายความรู้ให้กว้างขวางขึ้น (Extend) เพื่อผู้สอนจะได้ตระหนักถึงความสำคัญของการให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการถ่ายโยงการเรียนรู้ซึ่งเป็น

เรื่องจำเป็นที่ผู้สอนจะต้องแน่ใจว่าผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ในบริบทใหม่ได้จริงๆ โดยไม่จำกัดขอบเขตเพียงการขยายความรู้ง่ายๆ เช่น ในการสอนเกี่ยวกับเรื่องเข็มขัดนิรภัย ผู้สอนท้าทายผู้เรียนให้สำรวจและค้นหาว่าถุงลมนิรภัยทำงานอย่างไร และเปรียบเทียบความแตกต่างของถุงลมนิรภัยและเข็มขัดนิรภัย ซึ่งคำถามที่เป็นไปได้ คือ ถุงลมนิรภัยถูกกระตุ้นได้อย่างไร ทำไมถุงลมนิรภัยไม่พองตัวออกมาเนื่องจากการเกิดอุบัติเหตุเพียงเล็กน้อย แต่ถุงลมนิรภัยพองตัวออกมาเมื่อรถชนต้นไม้อย่างแรง เป็นต้น

เทคนิคสำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ได้แก่ 1) เทคนิคการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดปัญหา/ข้อสงสัย เพื่อให้ผู้เรียนตั้งคำถาม/กำหนดปัญหาที่จะศึกษาได้ ผู้สอนจะต้องใช้ความสามารถในการจัดสถานการณ์ที่น่าสงสัย/จัดหาและนำเสนอข้อมูลที่ขาดความสมบูรณ์หรือมีประเด็นที่ชวนสงสัย และใช้คำถามช่วยกระตุ้นให้เกิดความสงสัย โดยที่ผู้สอนไม่รีบร้อนตั้งข้อสงสัยให้ผู้เรียนเสียเอง 2) เทคนิคการเสริมแรง ในขณะที่ผู้เรียนกำลังดำเนินการสืบค้นข้อมูล/ดำเนินการทดลองเพื่อหาคำตอบข้อสงสัยของตนเอง ผู้สอนต้องให้กำลังใจผู้เรียนว่าผู้เรียนสามารถทำได้ และ 3) เทคนิคการนำอภิปราย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น/ทดลองที่จะนำไปสู่การสรุปข้อมูลสำหรับใช้ในการอธิบายคำตอบที่ค้นพบ

4. งานวิจัยที่กี่ยวข้อง

สุจินต์ วิศวธีรานนท์ และคณะ (2552) ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกลเพื่อพัฒนาสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพ และ (2) ผลการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นต่อการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกลอยู่ในระดับมาก และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกลสูงกว่าก่อนใช้ชุดฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดวงเดือน พินสุวรรณ์ (2554) ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอนพันธุ-ศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพและปริมณฑล ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอนพันธุศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพและปริมณฑล มีประสิทธิภาพ 81.95 / 87.30 (2) ผลการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความก้าวหน้าด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนพันธุศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกล ร้อยละ 74.27 และ (3) ความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอนพันธุศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพและปริมณฑล ในระดับมาก

พัชรี ผลโยธิน และคณะ (2548) ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ทั้งในภาพรวมและรายด้าน คือ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ การสอนแบบโครงการหรือโครงงาน การสอนแบบสตอรีไลน์ และการสอนรูปแบบซิปปา หลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้เข้ารับการอบรมมีความเห็นว่า การจัดฝึกอบรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ทั้งในภาพรวมและเป็นรายด้าน คือ สื่อและกิจกรรมการฝึกอบรม กระบวนการฝึกอบรม ประโยชน์ที่ได้รับจากการฝึกอบรม และความพึงพอใจต่อการฝึกอบรม

วัฒนา มัคคสมัน และคณะ (2551) ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาวอลดอร์ฟ ผลการทดลองใช้ชุดฝึกอบรม พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาวอลดอร์ฟหลังการเข้ารับการฝึกอบรมมากกว่าก่อนเข้ารับการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จรีลักษณ์ รัตนาพันธ์ (2552) ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาช่วงระยะความสนใจของเด็กที่มีความต้องการพิเศษ ผลการทดลองใช้ชุดฝึกอบรมทางไกล พบว่า หลังการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกล กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความเข้าใจในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาช่วงระยะความสนใจของเด็กที่มีความต้องการพิเศษสูงกว่าก่อนการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกล และหลังการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกล กลุ่มตัวอย่างมีเจตคติต่อการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความต้องการพิเศษสูงกว่าก่อนการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกล

นลินี อินดีคำ (2551) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 78.84/78.08 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับพอใจอย่างยิ่ง

เนื่องจากงานวิจัยในครั้งนี้ ต้องมีการสร้างเครื่องมือที่เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกลด้วย จึงมีการศึกษางานวิจัยประเภทการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น งานวิจัยของ วรพงษ์ กาแก้ว (2550) ซึ่งพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ได้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีค่าความยาก อำนาจจำแนก ความตรงเชิงเนื้อหา และความเที่ยงที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ ความสัมพันธ์ของผลสอบจากแบบทดสอบวัดทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลจากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันในทางบวก นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สร้างคู่มือในการใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสร้างเกณฑ์ปกติสำหรับใช้ในการแปลผลคะแนน

รอธและรอยเชาวด์เฮอรี่ (Roth and Roychoudhury, 1993) ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อตรวจสอบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในบริบทที่เป็นชั้นเรียนปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการผ่านการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่เตรียมให้นักเรียนมีอิสระในการทำการทดลอง นักเรียนเรียนรู้ที่จะระบุและควบคุมตัวแปร ตีความหมายข้อมูล แปลงข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล วางแผนและออกแบบการทดลอง และตั้งสมมติฐาน ผลการวิจัยนี้เสนอแนะว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องจัดสอนแยกต่างหาก แต่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสามารถพัฒนาขึ้นได้โดยลำดับและมีความซับซ้อนมากเมื่อจัดการสอนปฏิบัติการให้มีความหมาย

จากผลการวิจัยที่นำเสนอมาข้างต้น สรุปได้ว่า ชุดฝึกอบรมทางไกลที่มีขั้นตอนการพัฒนาที่เป็นระบบ และมีองค์ประกอบที่เหมาะสม ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ความเข้าใจ และมีความพึงพอใจในชุดฝึกอบรมทางไกลรวมถึงมีความพึงพอใจในการจัดฝึกอบรม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ในกรุงเทพและปริมณฑล ที่ครอบคลุมความหมาย องค์ประกอบ และขั้นตอนของการพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล มีเนื้อหาเกี่ยวกับ**การสอนที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์** ที่นำเสนอวิธีการสอนต่างๆ เช่น การสอนโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์หรือการสอนแบบทดลอง การสอนทักษะการทำโครงงาน และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ **การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน** และ**การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ** เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ทั้งนี้ กิจกรรมที่จะได้ออกแบบไว้ในชุดฝึกอบรมทางไกลจะต้องสอดคล้องกับบริบททั่วไปของการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา