บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่น และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโรงเรียนโพธิ์ศรีสว่างวิทยา จังหวัดร้อยเอ็ด โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science)
   - 1.1 คำอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
   - 1.2 ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. ทฤษฎีและแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
   - 2.1 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตัวเอง (Constructivism)
   - 2.2 การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์
3. วิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research)
   - 3.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
   - 3.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
   - 3.3 กรอบแสดงลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
   - 3.4 หลักการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
   - 3.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
4. การสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
   - 4.1 ปรัชญาวิทยาศาสตร์ดั้งเดิม
   - 4.2 แนวคิดของ Piaget
   - 4.3 จิตวิทยาพื้นฐานและระดับของการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์
   - 4.4 ความหมายของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
   - 4.5 ขั้นตอนของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
   - 4.6 ประโยชน์ของการเรียนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
   - 4.7 ข้อดีของการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
   - 4.8 ข้อจำกัดของการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
   - 4.9 กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

4.10 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดของ สสวท. (2546)
5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
5.1 ความหมายของปัญหา
5.2 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
5.3 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
6.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
7.2 งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
8. กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science)

1.1 คำอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเพื่อหาความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่ามีผู้อธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Aiken (1985) กล่าวว่า "ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานการศึกษาทางสังคมของวิทยาศาสตร์ในหลายด้านทั้งด้านประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ประกอบกับการวิจัยทาง cognitive science เพื่ออธิบายว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร มีการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานแบบเป็นกลุ่มสังคมได้อย่างไรและสังคมมีปฏิกิริยาอย่างไรต่อความอุตสาหพยายามทางวิทยาศาสตร์" ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ได้มุ่งศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติเหมือนวิทยาศาสตร์โดยตรง สังคมวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยบุคคลที่อุทิศตนในหน้าที่การงานเพื่อการทำความเข้าใจธรรมชาติให้ลึกซึ้งขึ้น แต่ผู้ที่ศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาจากหลายสาขาวิชาและมุ่งศึกษาวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์โดยตั้งคำถามว่า "อะไรเป็นตัวกำหนดขอบเขตวิทยาศาสตร์แยกออกจากศาสตร์อื่น" "แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้จากการค้นพบหรือประดิษฐ์ขึ้น" และ "มีการตกลงร่วมกันในสังคมวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร"

สามารถสรุปได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นการอ้างถึงญาณวิทยาหรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้ที่ใช้ในการอธิบายธรรมชาติ สังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายความเกี่ยวข้องระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคมรวมทั้ง การทำงานแบบเป็นกลุ่มสังคมของนักวิทยาศาสตร์ และค่านิยม ความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้และพัฒนาการขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยให้บุคคลสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลและประโยชน์ของความรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิทยาศาสตร์เนื่องจากเป็นพื้นฐานในการพิจารณาว่านักเรียนควรเรียนสิ่งใดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

1.2 ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

สมาคมวิทยาศาสตร์อเมริกัน หรือ AAAS (2006, อ้างถึงใน โชคชัย ยืนยง, 2549) ได้ให้กรอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) ว่าจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ 1) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) 2) การมีมุมมองที่เป็นวิทยาศาสตร์ (Scientific World View) และ 3) องค์กร หน่วยงาน หรือสถาบันที่ทำงานร่วมกันในเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

(1) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่อาจอธิบายได้โดยแยกจากบริบทของการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และไม่มีลำดับขั้นตอนเฉพาะที่นักวิทยาศาสตร์ต้องปฏิบัติตามและไม่ใช่แนวทางเดียวที่นำไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเฉพาะ คือ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานอ้างอิงจากการสังเกตปรากฏการณ์ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จำเป็นที่จะต้องควบคุมเงื่อนไขที่มีต่อการสังเกต เพื่อให้ผลของการสังเกตเกิดจากเงื่อนไขที่ตั้งไว้โดยไม่ได้รับอิทธิพลจากเงื่อนไขอื่น แต่ในกรณีที่ไม่สามารถควบคุมเงื่อนไขของสิ่งที่ศึกษาได้ นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องศึกษาปรากฏการณ์ให้มากพอ ที่จะไปใช้ในการอ้างอิง นอกจากนั้นการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ยังเป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลและจินตนาการ โดยที่นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างสมมติฐานและค้นหาวิธีตรวจสอบสมมติฐานในขณะเดียวกันการตรวจสอบแนวคิดต่างๆนั้นจำเป็นต้องมีการเชื่อมโยงหลักฐานและการลงข้อสรุปโดยใช้หลักเหตุผล

นักวิทยาศาสตร์พยายามสร้างคำอธิบายและคำพยากรณ์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สังเกตโดยใช้หลักการหรือทฤษฎีอันเป็นที่ยอมรับในขณะนั้น ซึ่งนอกจากทฤษฎีจะมีความสำคัญในการอธิบายปรากฏการณ์แล้ว ทฤษฎียังควรมีอำนาจในการพยากรณ์ที่อาจเป็นไปได้ทั้งการพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตหรือพยากรณ์อดีตที่ยังไม่มีการศึกษา เช่น ทฤษฎีต้น

กำเนิดของมนุษย์ โดยความน่าเชื่อถือของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ ไม่ใช่ความมีชื่อเสียงของนักวิทยาศาสตร์ผู้สร้างทฤษฎีนั้น วิทยาศาสตร์จึงไม่ใช่เรื่องของการเชื่อฟังผู้มีอำนาจหรือผู้รู้ นอกจากนั้นระหว่างการแสวงหาความรู้นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องพยายามที่จะหลีกเลี่ยงอคติ ซึ่งอาจเกิดได้ระหว่างการแปลความหมายการบันทึกข้อมูล หรือการรายงานข้อมูล ทั้งนี้อคติอาจเกิดจาก สัญชาติ เพศ เชื้อชาติ อายุ และความเชื่อมั่นทางการเมืองของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งอคตินั้นสามารถป้องกันได้โดยจัดกลุ่มนักวิจัยที่มีความหลากหลายให้ทำงานร่วมกัน

(2) การมีมุมมองที่เป็นวิทยาศาสตร์ (Scientific World View)

คือแนวคิดที่ว่า ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในจักรวาลมีแบบแผนอย่างแน่นอน หากมีการศึกษาอย่างละเอียดรอบคอบจะทำให้เราค้นพบแบบแผนของจักรวาลได้ และการศึกษาส่วนใดส่วนหนึ่งของจักรวาลจะสามารถนำไปใช้ได้กับจักรวาลทั้งระบบเนื่องจากจักรวาลมีกฎพื้นฐานเหมือนกันทุกแห่ง ซึ่งความรู้จากการศึกษาจักรวาลหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากเป็นความรู้เนื่องจากการสังเกตและสร้างทฤษฎี ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่า ในเวลาต่อมาอาจเกิดปรากฏการณ์ใหม่ที่ไม่สามารถอธิบายด้วยทฤษฎีเดิม อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของความรู้มักเป็นลักษณะการปรับปรุงแนวคิดมากกว่าที่จะปฏิเสธแนวคิดโดยสิ้นเชิง จึงทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มที่จะคงอยู่ต่อไปและมีความคงทน ทั้งนี้เนื่องจากวิทยาศาสตร์มุ่งศึกษาเฉพาะแบบแผนของปรากฏการณ์ธรรมชาติจึงทำให้วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบแก่คำถามบางประการได้ เช่น การมีอยู่ของปรากฏการณ์เหนือธรรมชาติ เป้าหมายที่แท้จริงของชีวิตมนุษย์ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สามารถพิสูจน์ได้ และการตัดสินความดีความชั่วเป็นต้น

ธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาผ่านกระบวนการทางสังคม การอภิปรายปัญหาต่าง ๆ ร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางสังคมช่วยให้ข้อค้นพบต่าง ๆ ของนักวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สาธารณะทำให้ความรู้วิทยาศาสตร์มีความเชื่อถือได้และสามารถอ้างอิงได้

(3) องค์กร หน่วยงาน หรือสถาบันที่ทำงานร่วมกันในเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise)

วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่สลับซับซ้อน โดยทั้งหญิงและชายทุกเชื้อชาติ ทุกสัญชาติล้วนมีส่วนเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น แต่ในขณะเดียวกันสังคมและวัฒนธรรมก็เป็นตัวกำหนดทิศทางของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังถูกจัดระบบเนื้อหาออกเป็นสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินงาน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 20 ก.ย. 2555
เลขทะเบียน 249615
เลขเรียกหนังสือ

ในสถาบันต่าง ๆ เช่น มหาวิทยาลัย กลุ่มอุตสาหกรรม และหน่วยงานของรัฐ ทั้งนี้แต่ละสถาบันต่างมีบทบาทในการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน เช่น มหาวิทยาลัยเป็นแหล่งผลิตนักวิทยาศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ วิศวกร เพื่อเป็นบุคลากรในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม เป็นต้น ซึ่งการดำเนินงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นจะต้องมีจรรยาบรรณอันเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป โดยนักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะยึดถือธรรมเนียมปฏิบัติอย่างเคร่งครัดในเรื่องการบันทึกข้อมูลที่ถูกต้อง ความมีใจกว้าง และมีการตรวจทางแก้ไขการทำงานโดยกลุ่มเพื่อนนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน และในการทดลองกับสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตหรือสัตว์ทดลองมีสิทธิที่จะได้รับการดูแลให้มีสุขภาพดี มีความสบายและมีความเป็นอยู่ดี โดยเฉพาะการทดลองกับมนุษย์ ซึ่งมีสิทธิที่จะทราบข้อมูลเรื่องความเสี่ยงและประโยชน์ในการวิจัยอย่างเปิดเผย และมีสิทธิปฏิเสธการเข้าร่วมวิจัย อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ถือว่าการเลือกทำงานที่มีความเสี่ยงสูงต่อมนุษยชาติ เช่น การศึกษาเกี่ยวกับอาวุธนิวเคลียร์หรืออาวุธเชื้อโรคถือเป็นจริยธรรมส่วนบุคคลมิใช่จรรยาบรรณทางวิชาชีพ

นอกจากนั้น กิจการทางวิทยาศาสตร์ยังเกี่ยวข้องกับการเข้าร่วมกิจกรรมสาธารณะของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งนักวิทยาศาสตร์สามารถช่วยสาธารณชนในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุของภัยธรรมชาติ หรือความเสียหายที่เกิดจากเทคโนโลยี หรือช่วยประเมินผลกระทบที่เป็นไปได้ของนโยบายของโครงการต่าง ๆ ทั้งนี้ต้องระมัดระวังไม่นำข้อเท็จจริงไปปะปนกับการลงความเห็น อย่างไรก็ตามความคิดเห็นของนักวิทยาสตร์ไม่จำเป็นต้องได้รับความเชื่อถือเป็นพิเศษในประเด็นที่มีความซับซ้อนเกินขอบเขตของวิทยาศาสตร์และมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะพิสูจน์ได้ด้วยวิทยาศาสตร์หรือเป็นประเด็นที่นักวิทยาศาสตร์ไม่เชี่ยวชาญ

สสวท. (2546) กำหนดขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนจะต้องได้รับการพัฒนา คือ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สรุปขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

(1) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีลำดับขั้นตอนเฉพาะที่นักวิทยาศาสตร์ต้องปฏิบัติตามและไม่ใช่แนวทางเดียวที่นำไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเฉพาะ คือ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานอ้างอิงจาก

การสังเกตปรากฏการณ์ สิ่งที่บุคคลจำเป็นต้องมีในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์

(2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาผ่านกระบวนการทางสังคม การอภิปรายปัญหาต่าง ๆ ร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ยอมรับได้ในช่วงเวลาหนึ่ง

(3) กิจการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์กับสังคมและจริยธรรม

2. ทฤษฎีและแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

การพัฒนาการเรียนการสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันอยู่บนพื้นฐานของการศึกษาในส่วนของเนื้อหาและหลักการทางด้านวิทยาศาสตร์โดยตรงประกอบกับหลักการด้านจิตวิทยาพัฒนาการที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ ปัจจุบันนี้เป็นที่ยอมรับแล้วว่าพัฒนาการทางสมองของมนุษย์วัยต่างๆ เป็นหัวใจสำคัญที่ส่งผลโดยการเรียนรู้ จึงนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทฤษฎีเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ช่วยส่งเสริมความรู้มีดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตัวเอง (Constructivism)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิส (Constructivism) เป็นแนวคิดที่มีรากฐาน 2 ทาง คือ รากฐานทางปรัชญา และจิตวิทยา แนวคิดซึ่งเป็นที่มาของปรัชญาคอนสตรัคติวิสนั้นมีแนวคิดของนักปรัชญาหลายคนด้วยกัน ได้แก่ John Dewey (1971 อ้างถึงใน สายฝน จารีต ,2547) ซึ่งมีแนวคิดว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้ควบคู่ไปกับการกระทำ (Learning by doing) และผู้เรียนต้องมีการทำความเข้าใจความรู้ใหม่โดยต้องอาศัยประสบการณ์เดิมที่สั่งสมมาเป็นพื้นฐาน การเรียนรู้เป็นความพยายามเชิงสังคม และแนวคิดที่มีอิทธิพลอีกแนวคิดหนึ่ง คือ แนวคิดของ Piaget (1962 อ้างถึงใน จุลพัฒน์ตรา บุตเขียว, 2550) โดยเขาเชื่อว่าการเรียนรู้ของคนเกิดจากกระบวนการใหญ่ ๆ ภายในตัวผู้เรียน 2 ประการ คือ การจัดโครงสร้างทางความคิดภายในและการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือปรับความสมดุลของสมอง ซึ่งเชื่อว่าคนเรามีโครงสร้างความรู้อยู่ในสมองที่มีอยู่ ถ้าประสบการณ์ใหม่สอดคล้องกับโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วจะเกิดกระบวนการดูดซึมเข้าไปเป็นโครงสร้างความรู้ที่มั่นคงยิ่งขึ้นหากประสบการณ์ที่รับเข้ามามีความแตกต่างจากโครงสร้างความรู้เดิม ก็จะมีการตรวจสอบเพื่อปรับโครงสร้างความรู้เดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่ จนสามารถผสมผสานความคิดใหม่ให้กลมกลืนเข้ากันได้กับความคิดเก่า (สุรพล พยอมแย้ม, 2544) ดังนั้น แนวคิดของ Piaget จึงเป็น

รากฐานของแนวคิดหลักของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสที่กล่าวว่า ผู้เรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์ของตัวเองและกระบวนการในการสร้างความรู้เป็นการกระทำของผู้เรียน ครูควรจัดการเรียนการสอนโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมากที่สุด กระตุ้นให้เด็กเป็นผู้แสวงหาความรู้ ค้นคว้าด้วยตนเอง และนักทฤษฎีที่สำคัญอีกคนหนึ่ง คือ Ausubel (1975 อ้างถึงใน พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2545) ซึ่งเป็นผู้ตั้งทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยเขาเชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ เมื่อผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานที่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้ เขามีความเห็นว่าโครงสร้างส่วนบุคคลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการศึกษา สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ผู้สอนจะต้องรู้ในจุดแรกของการสอนคือ สิ่งที่เด็กรู้ เพื่อที่ผู้สอนจะได้วางแผนการสอน โดยใช้ความรู้เดิมและกลวิธีการเรียนรู้เดิมของเด็กเป็นจุดเริ่มต้น

Fosnot (1996 อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2540) กล่าวว่า คอนสตรัคติวิส เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ และอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา และมานุษยวิทยา ว่าความรู้คืออะไรและความรู้ได้มาอย่างไร ทฤษฎีนี้จึงอธิบายความรู้ว่าเป็นสิ่งไม่หยุดนิ่ง มีการเปลี่ยนแปลงและถูกสร้างขึ้นภายในตัวบุคคล โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีนี้ถูกมองว่าเป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเองในการต้องสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการสร้างตัวแทนใหม่และสร้างโมเดลของความจริงโดยคนเป็นผู้สร้างความหมายที่สร้างขึ้นโดยผ่านกิจกรรมทางสังคม และผ่านการร่วมมือแลกเปลี่ยนความคิดทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

Von Glaserfeld (1989 อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2540) กล่าวว่า คอนสตรัคติวิสเป็นทฤษฎีของความรู้ที่มีรากฐานมาจากปรัชญา จิตวิทยา และการศึกษาเกี่ยวกับการสื่อความหมายและการควบคุมกระบวนการสื่อความหมายในตัวคน ทฤษฎีของความรู้นี้อ้างถึงหลักการ 2 ข้อ คือ 1) ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างขึ้นโดยบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจ 2) หน้าที่ของการรับรู้ คือ การปรับตัวและการประมวลประสบการณ์ทั้งหมด แต่ไม่ใช่เพื่อการค้นพบสิ่งที่เป็นจริง ซึ่งถ้านำเอาหลักการทั้งสองนี้ไปใช้ จะมีผลเกิดขึ้นตามมาแผ่กว้างไปไกลในการศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาและการเรียนรู้เช่นเดียวกับในการฝึกปฏิบัติการสอนในจิตวิทยาบำบัด และในการจัดการระหว่างบุคคล

สรุปได้ว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิส เป็นแนวคิดในการจัดการศึกษาแนวหนึ่งที่เน้นตรงการสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนต้องสร้างความรู้ใหม่นั้นด้วยตนเอง ด้วยการเชื่อมประสบการณ์ที่มีอยู่แล้วกับความรู้ใหม่ ซึ่งอาศัยบรรยากาศที่เหมาะสม การทำงานร่วมกันและปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน

2.2 การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544)

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสามด้าน คือ พุทธพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย โดยเน้นทั้งตัวความรู้และกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ในการที่จะให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดนั้น จำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบต่างๆ เช่น การพัฒนาและส่งเสริมสมรรถภาพของผู้สอน การพัฒนาการใช้รูปแบบ กลวิธีหรือเทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ การสร้างและการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เป็นต้น

แนวการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์นอกจากจะมุ่งหวังให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้พื้นฐานของวิชาฟิสิกส์แล้ว ผู้เรียนต้องได้รับการฝึกการทำกิจกรรมในการเสาะแสวงหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง การฝึกการทำกิจกรรมแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการ กฎและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงและคำอธิบายทฤษฎี เพื่อให้เกิดทักษะในการค้นคว้าและแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆทั้งเชิงความคิดและเชิงปฏิบัติ

การปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ผู้เรียนนับว่าเป็นหัวใจของการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ก็เช่นเดียวกัน ดังนั้นการวางแผนการดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง การวัดผลและประเมินผล การปฏิบัติกิจกรรมการทดลองจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะส่งเสริมผู้เรียนให้เรียนวิชาฟิสิกส์ได้อย่างแท้จริง มีทักษะปฏิบัติ และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ตลอดจนการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน โครงสร้างในการให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองอาจแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

รูปแบบที่ 1 มีคู่มือปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่มีคำอธิบายการทดลองโดยละเอียดและมีคำอธิบายการใช้วัสดุอุปกรณ์โดยละเอียด

รูปแบบที่ 2 ไม่มีคู่มือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง แต่มีคำถามหรือปัญหาที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ตอบคำถามหรือแก้ปัญหา ซึ่งผู้เรียนต้องลงมือในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง โดยมีคำแนะนำการใช้วัสดุอุปกรณ์น้อยที่สุด

รูปแบบที่ 3 ไม่มีคู่มือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง แต่มีเฉพาะมโนทัศน์ทางฟิสิกส์โดยทั่วไปที่ให้ผู้เรียนเท่านั้น ซึ่งให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถามจากมโนทัศน์ที่ให้ผู้เรียนออกแบบและทำการทดลองเพื่อตอบคำถามตามวัสดุอุปกรณ์ที่จัดให้

3. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research)

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) ได้กล่าวถึงการวิจัยเชิงปฏิบัติการในรายละเอียดเกี่ยวกับความหมาย จุดมุ่งหมาย กรอบแสดงลักษณะ กระบวนการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนและสรุปหลักการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการดังนี้

3.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การวิจัยประเภทหนึ่งที่ใช้กระบวนการปฏิบัติที่มีระบบผู้วิจัยและผู้เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติและวิเคราะห์ วิจารณ์ ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรปฏิบัติ 4 ขั้น คือ การวางแผน การลงมือกระทำจริง การสังเกต และการสะท้อนผลการปฏิบัติการ ดำเนินการต่อเนื่องไปจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ไขปัญหาได้จริง หรือพัฒนาสภาพการณ์ของสิ่งที่ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการมีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงานประจำให้ดีขึ้น โดยนำงานนั้นมาวิเคราะห์สภาพการณ์ปัญหา จากนั้นจะเสาะหาข้อมูล วิธีการที่คาดว่าจะแก้ปัญหาดังกล่าวได้แล้วนำวิธีการนั้นมาทดลองใช้กับกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

3.3 กรอบแสดงลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

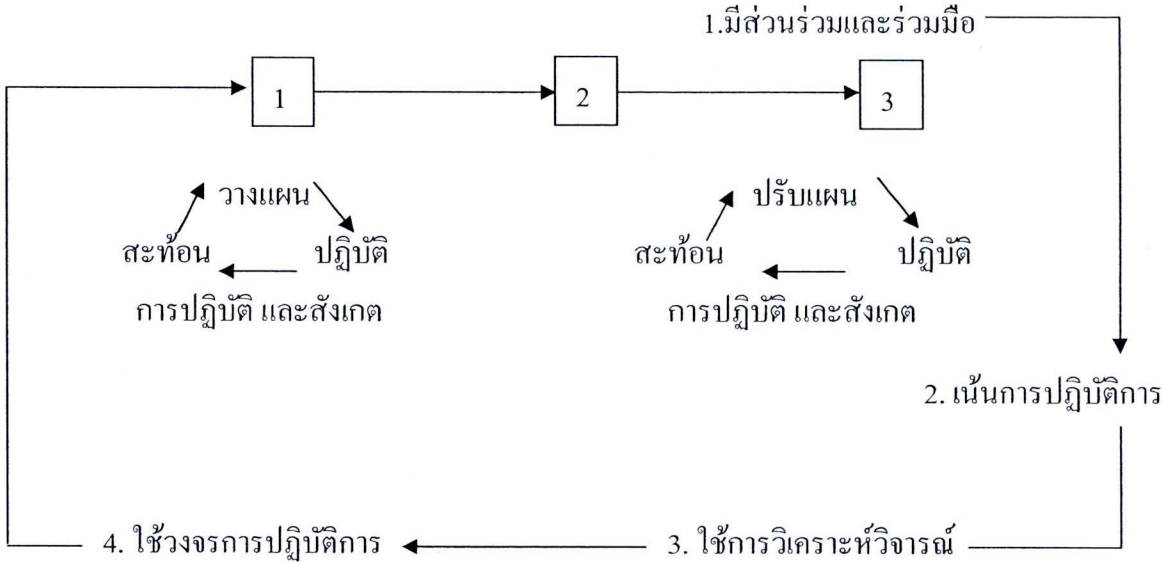
ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการมี 4 ลักษณะ ดังนี้

1) เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมและมีการร่วมมือ (Participation and collaboration) ใช้การทำงานเป็นกลุ่มผู้ร่วมวิจัยทุกคนมีส่วนสำคัญและมีบทบาทเท่าเทียมกันในทุกกระบวนการของการวิจัย

2) เน้นการปฏิบัติ (Action orientation) การวิจัยชนิดนี้ใช้การปฏิบัติเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและศึกษาผลของการปฏิบัติเพื่อมุ่งให้เกิดการพัฒนา

3) ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical function) การวิเคราะห์การปฏิบัติการอย่างลึกซึ้งจากสิ่งที่สังเกตได้ จะนำไปสู่การตัดสินใจที่สมเหตุสมผลเพื่อการปรับแผนการปฏิบัติการ

4) ใช้วงจรปฏิบัติการ (The action research spiral) ตามแนวคิดของ Kemmis and Mctaggart (1988 อ้างถึงใน ยาใจ พงษ์บริบูรณ์, 2537) คือ การวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Acting) การสังเกต (Observing) และการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflecting) ตลอดจนการปรับปรุงแผน (Re-planning) เพื่อนำไปปฏิบัติในวงจรต่อไปจนกว่าจะได้รูปแบบของการปฏิบัติงานที่เป็นที่พอใจเพื่อเป็นข้อสรุปหรือเป็นข้อเสนอแนะเชิงทฤษฎีและเผยแพร่ต่อไปจากที่กล่าวมา สามารถสรุปเป็นกรอบแสดงลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ดังนี้ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แสดงกรอบลักษณะการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kemmis and Mctaggart (1988 อ้างถึงใน ยาใจ พงษ์บริบูรณ์, 2537)

3.4 หลักการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) ได้สรุปหลักการสำคัญ ซึ่งเป็นคุณลักษณะเฉพาะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

1) การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นความพยายามที่จะปรับปรุงการศึกษาโดยการเปลี่ยนแปลง (Change) การศึกษานั้น และเรียนรู้ลำดับของการเปลี่ยนแปลงนั้น

2) การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการทำงานเป็นกลุ่ม (Participatory) และใช้การปรึกษาหารือร่วมกันทำงาน (Collaboration) ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยการฝึกปฏิบัติตามแนวทางที่กลุ่มกำหนด

3) การวิจัยเชิงปฏิบัติการใช้การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection) โดยประเมินตรวจสอบในทุก ๆ ขั้นตอน เพื่อปรับปรุงการฝึกหรือการปฏิบัติให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมาย

4) การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ (Systematic learning process) โดยบุคคลที่เกี่ยวข้องนำความคิดเชิงนามธรรมมาสร้างเป็นข้อสมมติฐานทดลองฝึกปฏิบัติและประเมินผลการฝึกปฏิบัติ ซึ่งเป็นการทดสอบ (Test) ว่าข้อสมมติฐานของแนวคิดนั้นผิดหรือถูก

5) การวิจัยเชิงปฏิบัติการเริ่มต้นจากจุดเล็ก ๆ (Start small) อาจจะเริ่มต้นจากบุคคลคนเดียวที่พยายามดำเนินการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงบางสิ่งบางอย่างทางการศึกษาให้ดีขึ้น โดยขณะที่ปฏิบัติการต้องปรึกษา รับฟังความคิดเห็นและอาศัยการร่วมปฏิบัติจากผู้เกี่ยวข้อง

6) การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการสร้างความรู้ใหม่ ที่ให้แนวทางปฏิบัติรูปธรรมจากการบันทึก (Record) พัฒนาการของกิจกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้เห็นกระบวนการเข้าสู่ปัญหาการแก้ปัญหา การปรับปรุงและได้ผลสรุปที่สมเหตุสมผลในขณะเดียวกันสามารถนำปรากฏการณ์ที่ศึกษามาประมวลเป็นข้อเสนอเชิงทฤษฎี (Proposition) ได้

3.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Kemmis and Mctaggart (1988 อ้างถึงใน ยาใจ พงษ์บริบูรณ์, 2537) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในการนำไปใช้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงสภาพการเรียนการสอนในโรงเรียนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เริ่มต้นด้วยการสำรวจปัญหาที่สำคัญร่วมกันระหว่างครู นักเรียน ผู้ปกครอง และผู้บริหาร เพื่อให้ได้ปัญหาที่สำคัญ ตลอดจนการแยกแยะรายละเอียดของปัญหานั้น เกี่ยวกับลักษณะของปัญหา เป็นปัญหาเกี่ยวกับใคร มีแนวทางแก้ไขอย่างไรและต้องปฏิบัติอย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) หลังจากที่ร่วมกันวางแผนเสร็จก็ถึงช่วงการลงมือปฏิบัติตามแผนดำเนินการ โดยใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นร่วมกันของทีมงานเพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงแผนฉะนั้น แผนที่กำหนดควรจะมีความยืดหยุ่นปรับได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) เป็นการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นด้วยความรอบคอบ โดยอาศัยเครื่องมือการเก็บข้อมูลเข้าช่วย อาทิการจดบันทึกสะสม (Anecdotal records) ครูหรือผู้วิจัยใช้การบันทึก บรรยายสภาพการณ์เชิงรูปธรรมที่เด็กคนหนึ่ง ๆ (หรือกลุ่ม) ได้พบในระยะเวลาต่อเนื่องกัน เพื่อให้เห็นภาพรวมของสภาพการณ์ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อวิจัยนั้น ๆ

1) การบันทึกสนาม (Field notes) เป็นการจดบันทึกเหมือนกับการใช้ระเบียนสะสมแต่การใช้บันทึกสนามจะจดตามสภาพที่เห็นโดยใช้ข้อคิดเห็นส่วนตัว หรือการแปลความการบันทึกโดยวิธีนี้ ครู/ผู้วิจัยจะเห็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นตามสภาพการณ์ที่เป็นจริง

2) การบันทึก/บรรยาย ถึงพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม (Ecological behavioral description) เป็นการจดบันทึกที่พยายามให้ความเข้าใจลำดับขั้นของพฤติกรรมในชั้นเรียน ที่กำลังเป็นอยู่ และมีสิ่งใดเกิดขึ้นบ้าง เช่น ในขณะที่บรรยากาศในชั้นเรียนกำลังเครียดมีนักเรียน 2-3 คนหัวเราะออกมา เป็นต้น

3) การวิเคราะห์เอกสาร (Document Analysis) ศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้องที่มีอยู่ เช่น คู่มือครู สมุดเตรียมสอน สมุดจดงานและสมุดทำแบบฝึกหัดของนักเรียน บันทึกผลการเรียน รายงานประจำปีของโรงเรียน เอกสารแสดงกฎระเบียบ หรือนโยบายของโรงเรียน เป็นต้น

4) การจดบันทึกอนุทินหรือจดหมายเหตุรายวัน (Diaries) เป็นการบันทึกส่วนบุคคล (ไม่จำเป็นต้องเป็นความลับส่วนตัว) ที่ระบุหัวข้อหรือเรื่องราวที่ตนสนใจอันเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอน

5) การจดบันทึกลงกระดาษแข็งเป็นรายเรื่อง (Item sampling cards) เป็นการบันทึกเหมือนอนุทิน แต่เน้นเฉพาะเรื่องในช่วงเวลาหนึ่ง ครูหรือนักเรียนควรจดบันทึกเป็นรายวัน วันละเรื่องลงในกระดาษแข็งแต่ละใบแยกกัน

6) การใช้เอกสารจากแฟ้มรายการ (Portfolio) เช่น รายงานการประชุมของโรงเรียนของหมวดวิชา ข่าวของทางราชการที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำลังดำเนินการวิจัยอยู่ บทความหรือการวิเคราะห์ปัญหาทางการศึกษาของหนังสือพิมพ์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน

7) การใช้แบบสอบถาม (Questionnaires) ใช้แบบสอบถามศึกษาข้อมูลเชิงความคิดเห็นแบบปลายเปิด หรือใช้แบบปลายปิดมีตัวเลือกให้ตอบ จะให้ได้ข้อมูลที่เป็นรายละเอียดครบถ้วนเพียงพอ ผู้วิจัยต้องกำหนดหัวข้อของเรื่องที่จะถามให้รัดกุมและครอบคลุม

8) การสัมภาษณ์ (Interview) เทคนิคการสัมภาษณ์ทำให้ได้คำถามที่ยืดหยุ่นกว่าการรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ดำเนินการได้ 3 ลักษณะ คือ แบบไม่ได้วางแผน (Unplanned) คือการสนทนาแบบไม่เป็นทางการระหว่างครูกับครูหรือครูกับนักเรียนแบบวางแผนแต่ไม่มีโครงสร้าง (Planned but unstructured) เปิดโอกาสให้คู่สนทนาเลือกหัวข้อที่สนใจจะพูด ผู้สัมภาษณ์จะใช้คำถามอื่น ๆ ประกอบ เพื่อได้คำตอบที่ชัดเจนเข้าประเด็น และแบบสุดท้ายคือแบบมีโครงสร้าง (Structured) คือการสัมภาษณ์ที่เป็นไปตามชุดของคำถามที่ได้เตรียมการไว้แล้ว

9) การใช้สังคมมิติ (Sociometric methods) เพื่อตรวจสอบดูความสัมพันธ์เชิงสังคมในกลุ่มนักเรียน โดยใช้คำถามว่า เขาชอบจะทำงานหรือไม่ชอบทำงานกับใคร เขาชอบที่จะสังสรรค์กับใคร แล้วนำชื่อที่ถูกระบุมาโยงหาความสัมพันธ์ว่าใครเป็นที่นิยมของกลุ่ม หรือใครถูกกลุ่มเพิกเฉย

10) การใช้แบบตรวจสอบปฏิสัมพันธ์และแบบสำรวจรายการ (Interaction schedules and checklists) เพื่อความสะดวกและเชื่อถือได้ในการสังเกตพฤติกรรมระหว่างครูและนักเรียน ผู้วิจัยอาจสร้างบรรยากาศแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนแล้วใช้ประกอบการ

สังเกตโดยการตรวจสอบ (Check) พฤติกรรมที่เกิดขึ้นไปตามรายการที่มีอยู่ เช่น การใช้คำถามของครู เปิดโอกาสในการตอบคำถามของนักเรียน เป็นต้น

11) การใช้เครื่องบันทึกเสียง (Tape recording) เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างละเอียดลึกซึ้งในการเรียนการสอนเป็นกลุ่มเล็ก หรือในการสนทนาตัวต่อตัว

12) การใช้วีดีทัศน์ (Video recording) บันทึกภาพและเสียงเพื่อให้เห็นกิจกรรม ทั้งชั้นหรือเลือกบันทึกรายการประเด็นที่สนใจ จะมีประโยชน์มากในการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ภายหลัง

13) การใช้แบบสอบถาม (Test) ใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วัดจุดเด่นจุดด้อยในเนื้อหาวิชาของผู้เรียน เป็นต้น เป็นการรวบรวมข้อมูลทางด้านความสามารถทางสมองของผู้เรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect) คือ การประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการปัญหาหรือสิ่งที่เป็นข้อจำกัดที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มผู้เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อมของโรงเรียนและของระบบการศึกษาที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการอภิปรายปัญหา การประเมินโดยกลุ่มจะทำให้ได้แนวทางของการพัฒนาขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม และเป็นพื้นฐานข้อมูลที่นำไปสู่การปรับปรุงและการวางแผนการปฏิบัติต่อไป

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเชิงปฏิบัติการใช้วิธีของการวิจัย คือ การแจกแจงข้อค้นพบที่สำคัญในเชิงอธิบายความ ซึ่งจะนำมาสู่การสรุปเป็นผลการวิจัย และแสดงให้เห็นแนวทางหรือรูปแบบการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพเพื่อแก้ปัญหา ในเรื่องราวสิ่งที่ศึกษานั้น ดังนั้นจึงสรุปหลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ว่า

1) การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นความพยายามที่จะปรับปรุงและพัฒนาการศึกษา

2) การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการทำงานของกลุ่ม (Participatory) และใช้การปรึกษาหารือกัน ร่วมมือทำงาน (Collaboration)

3) การวิจัยเชิงปฏิบัติการให้การสะท้อนการปฏิบัติ (Reflection) โดยมีการประเมินตรวจสอบในทุก ๆ ขั้นตอน เพื่อปรับปรุงการฝึกปฏิบัติใช้เป็นไปตามจุดมุ่งหมาย

4) การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ (Systematic learning process)

5) การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการสร้างความรู้ใหม่ ที่ให้แนวทางการปฏิบัติเชิงรูปธรรมจากการบันทึกการพัฒนาของกิจกรรมที่เปลี่ยนแปลง

4. การสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle)

Mc Carthy (1975 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2547) ได้ให้ปรัชญา แนวคิดเกี่ยวกับการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

4.1 ปรัชญาวิทยาศาสตร์ดั้งเดิม

ความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึงความจริงหรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่หรือเป็นอยู่ ซึ่งได้จากการตรวจสอบ การค้นคว้าทดลองอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ปรัชญาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่เกิดจากการสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคล ซึ่งมีอิทธิพลมาจากความรู้หรือประสบการณ์เดิม และสิ่งแวดล้อมหรือบริบทของสังคมของแต่ละคน

4.2 แนวคิดของ Piaget

แนวคิดของ Piaget (1962 อ้างถึงใน จุลพัฒน์ตรา บุตเขียว, 2550) เกี่ยวกับการพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิด คือ การที่คนเรามีการปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด และการปะทะสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมนี้ มีผลทำให้สติปัญญาและแนวความคิด มีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิดมี 2 กระบวนการ คือการปรับตัวและการจัดโครงสร้าง การปรับตัวเป็นกระบวนการที่บุคคลหาหนทางที่จะปรับสภาพความไม่สมดุลทางความคิด ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ที่อยู่รอบ ๆ ตัว และเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว โครงสร้างทางสมองจะถูกจัดระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม มีรูปแบบของความคิดเกิดขึ้น กระบวนการปรับตัวประกอบด้วย กระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ คือ 1) กระบวนการดูดซึม หมายถึงกระบวนการที่อินทรีย์ ซึมทราบประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองก็รวบรวมเหตุการณ์ใหม่เข้ากับโครงสร้างของความคิด อันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม 2) กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือภายหลังจากที่ซึมทราบของเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิม แล้วถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่รับเข้ามามีสมบัติเหมือนกับประสบการณ์เดิม ประสบการณ์ใหม่จะถูกซึมทราบและปรับเข้าหาประสบการณ์เดิม คือ ทำให้ประสบการณ์เดิมมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แต่ถ้าไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมทราบเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมา เพื่อปรับเข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

4.3 จิตวิทยาพื้นฐานและระดับของการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์

4.3.1 จิตวิทยาพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ (สสวท., 2548)

(1) การเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นต่อเมื่อผู้เรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาความรู้นั้น ๆ มากกว่าการบอกให้ผู้เรียนรู้

(2) การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นยั่วยุให้ผู้เรียนอยากเรียน ไม่ใช่บีบบังคับผู้เรียน แต่ครูต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าทดลอง

(3) วิธีการนำเสนอของครู จะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสผู้เรียนได้ใช้ความคิดของตนเองมากที่สุด

ทั้งนี้ กิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนทำการสำรวจตรวจสอบจะต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและผู้เรียนมีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะแสวงหาความรู้ใหม่ โดยกิจกรรมที่จัดควรเป็นกิจกรรมนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ หรือแสวงหาความรู้ใหม่

4.3.2 ระดับของการสืบเสาะหาความรู้แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้ (สสวท., 2548)

(1) การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนค้นพบและให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือ หรือใบงาน หรือตามที่บรรยายบอกกล่าว

(2) การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและสาธิตหรืออธิบาย การสำรวจตรวจสอบแล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติการ สำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

(3) การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนวทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาและครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษา หรือแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

(4) การสืบเสาะหาความรู้แบบปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

4.4 ความหมายของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีนักการศึกษาได้เรียกการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกัน เช่น การสอนแบบสืบสวนสอบสวน การสอนแบบสอบสวน วิธีสืบเสาะหาความรู้ เป็นต้น และได้ให้ความหมายและแนวคิดหลากหลาย ดังนี้

อนันต์ จันทร์กวี (2523) กล่าวว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ โดยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

สุวัฒน์ นิยมค้า (2543) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน วิธีนี้เป็นวิธีที่นักเรียนพิจารณาเหตุผล สามารถใช้คำถามที่ถูกต้อง และคล่องแคล่ว สามารถสร้างและทดสอบสมมติฐานด้วยการทดลอง และตีความจากการทดลองด้วยตนเอง โดยไม่ขึ้นอยู่กับคำอธิบายของครู เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนรู้ระบบวิธีการแก้ปัญหาในวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541) กล่าวว่า หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ จะโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม ส่วนครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกแนะนำและให้ความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น ประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ การสำรวจและการสร้างองค์ความรู้

มนมนัส สุดสิ้น (2543) สรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการหนึ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ คิด และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด ใช้กระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหา โดยใช้การทดลองและอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน

ชลสีต์ จันทราสี (2543) สรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งครูมีหน้าที่เพียงเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือจัดเตรียมสภาพการและกิจกรรมให้เอื้อต่อกระบวนการที่ฝึกให้คิดหาเหตุผล สืบเสาะหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหาให้ได้โดยใช้คำถามและสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เช่น ของจริง สถานการณ์ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ การสำรวจ ค้นหาด้วยตนเอง บรรยากาศการเรียนการสอน ให้นักเรียนได้มีอิสระในการซักถามการอภิปรายและมีแรงเสริม อาจกล่าวได้ว่าเป็นการสอนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้นั่นเอง

เสริมศรี ลักษณศิริ (2540) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Process) ว่าเป็นการให้นักเรียนเป็นผู้หาความรู้ด้วยตัวเอง โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้กระตุ้น

ส่งเสริมการเรียนรู้ โดยการจัดสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยหรือครูผู้สอนเป็นคนตั้งคำถามเป็นสื่อให้นักเรียนเกิดความคิด สืบค้น และพบคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบสวน หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ หรือสร้างความรู้ด้วยตัวเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

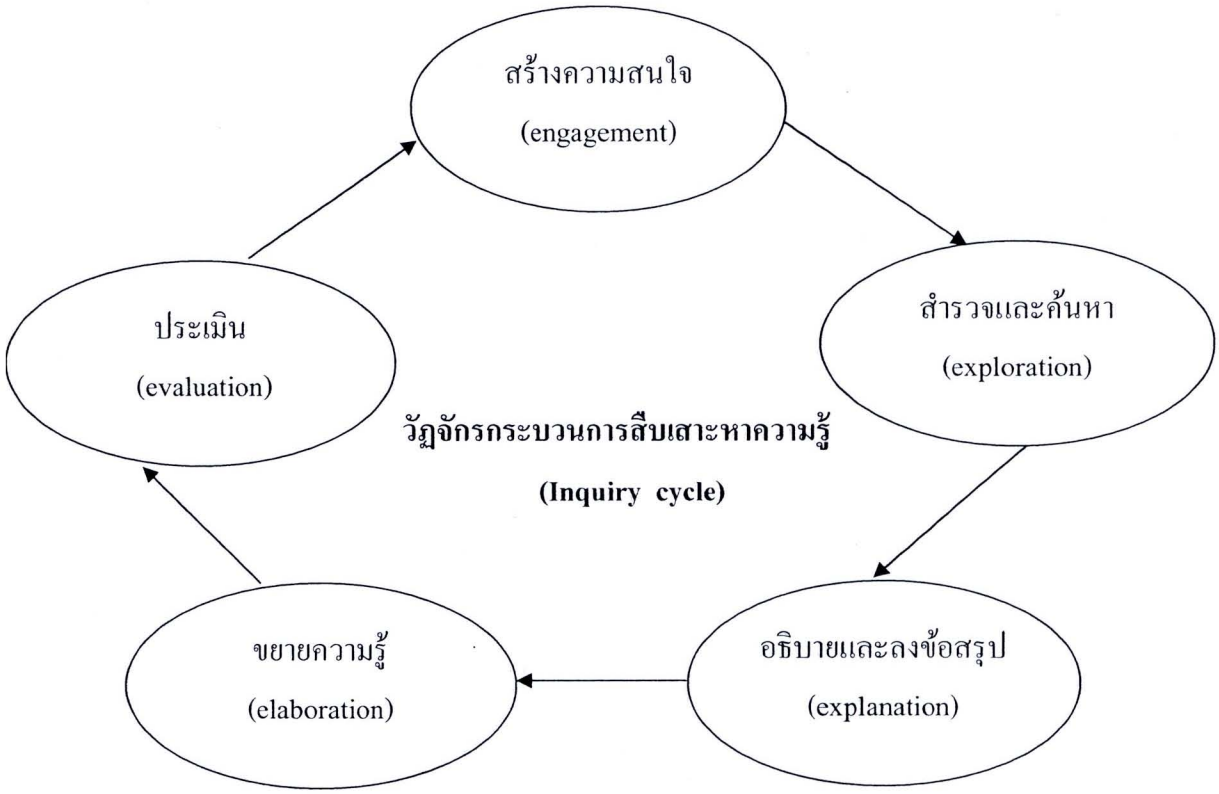
Sund & Trowbridge (1975 อ้างถึงใน ยุพา กุมภาว์ 2550) ได้กล่าวถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการค้นพบความรู้ต่าง ๆ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนโดยตรง

สสวท. (2546) ได้กล่าวถึง กระบวน การสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลัก และหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้

ชาตรี เกิดธรรม (2542) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนหรือการสอนแบบ Inquiry Method หมายถึง วิธีการสอนที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จะค้นพบความรู้ หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เองและสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

สรุปได้ว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางความคิดเชิงเหตุผลและเป็นไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ทำให้ค้นพบความจริงด้วยตนเอง มีประสบการณ์ตรง สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้

ซึ่งการนำรูปแบบนี้ไปใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดที่ก่อให้เกิดเป็นประเด็นคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงวัฏจักรกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (สสวท., 2546)

4.5 ขั้นตอนของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)

วิมล สำราญวานิช (2541) แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ได้ดังนี้

(1) สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอนการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหานั้น เป็นการนำสู่บทเรียนนี้ทำได้หลายวิธี ความสำคัญอยู่ที่ว่าผู้สอนจะเลือกหรือปรับวิธีการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหาได้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีอยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนเป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองที่ต้องการ

(2) ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์ หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก โดยใช้คำถามเป็นชุดต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน ชุดของคำถามจะต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่

อาจเป็นไปได้ในที่สุด คำตอบที่อาจเป็นไปได้ ความเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองกำหนดไว้ในแบบเรียน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการจัดหาอุปกรณ์การทดลอง

(3) ใช้คำถามที่นำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในขั้นตอนนี้เป็นคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายก่อนการทดลอง โดยทั่วไปแล้วจะอภิปรายครอบคลุมในประเด็นต่าง ๆ เหล่านี้ คือ การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนการทดลองตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

(4) ดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องลงมือดำเนินการทดลอง และบันทึกผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามความเหมาะสม ผู้สอนมีบทบาทในการให้คำแนะนำและช่วยเหลือนักเรียนแต่ละกลุ่ม เฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น สำหรับเนื้อหาที่ไม่สามารถทำการทดลองในห้องเรียนได้ เราอาจใช้ตารางบันทึกข้อมูลของผู้อื่นที่ได้ทดลองมาก่อนมาใช้อภิปรายเพื่อนำไปสรุปผลต่อไปโดยนักเรียนไม่ต้องดำเนินการทดลองโดยตรง

(5) ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในขั้นตอนนี้ต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ไขสถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่จะเรียนต่อ ๆ ไป

การนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ไปใช้ครูควรเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน ครูควรพิจารณาตรวจสอบบทบาทของครู และผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละขั้นตอนว่าสอดคล้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หรือไม่ โดยตรวจสอบจากตารางต่อไปนี้ และปรับหรือพัฒนากิจกรรมให้สอดคล้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	
	สอดคล้องกับ Inquiry Cycle	**ไม่สอดคล้องกับ Inquiry Cycle**
1. การสร้างความสนใจ (Engagement)	- สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด - ดึงคำถามที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้หรือความคิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือเนื้อหาสาระ	- อธิบายความคิดรวบยอด - ให้คำจำกัดความและคำตอบ - สรุปประเด็นให้ - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บรรยาย
2. การสำรวจและค้นหา (Exploration)	- ส่งเสริมนักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจคำตอบ - สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจ - ให้เวลานักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่างๆ - ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน	- เตรียมคำตอบไว้ให้ - บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา - นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้น
3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่างความและชี้บอกส่วนประกอบต่างๆของแผนภาพ - ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัด	- ยอมรับคำอธิบายโดยไม่มีหลักฐานหรือให้เหตุผลประกอบ - ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน - แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิดหรือความคิดรวบยอดหรือทักษะ

ตารางที่ 1 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	
	สอดคล้องกับ Inquiry Cycle	**ไม่สอดคล้องกับ Inquiry Cycle**
	- ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเองเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด	
4. การขยายความรู้ (Elaboration)	- คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความและการอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ - ให้นักเรียนอธิบายได้หลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างหรือได้แนวคิดอะไร (ที่จะนำกลวิธีจากการสำรวจตรวจสอบครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้)	-ให้คำตอบที่ชัดเจน - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ใช้เวลามากในการบรรยาย - นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน - อธิบายวิธีแก้ปัญหา

ตารางที่ 1 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	
	สอดคล้องกับ Inquiry Cycle	**ไม่สอดคล้องกับ Inquiry Cycle**
5. การประเมินผล (Evaluation)	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นและอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร	- ทดสอบคำนิยามศัพท์และข้อเท็จจริง - ให้แนวคิดหรือความคิดรวบยอดใหม่ - ทำให้คลุมเครือ - ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือทักษะ

BSCS's Biology a Human Approach (1997 อ้างถึงใน สมบัติ การจนารักพงศ์, 2549)

จากการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) นอกจากบทบาทของครูที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนแล้ว นักเรียนยังมีบทบาทในการปฏิบัติกิจกรรมให้สอดคล้องรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทของนักเรียน	
	สอดคล้องกับ Inquiry Cycle	ไม่สอดคล้องกับ Inquiry Cycle
1. การสร้างความสนใจ (Engagement)	- ถามคำถามเช่น ทำไมสิ่งนี้จึงเกิดขึ้น ฉันได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้	- ถามหาคำตอบที่ถูก - ตอบเฉพาะคำตอบที่ถูก - ยืนยันคำตอบหรือคำอธิบาย - ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาวิธีเดียว
2. การสำรวจและค้นหา (Exploration)	- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขต - ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่นๆ - บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุป	- ให้คนอื่นคิดและสำรวจตรวจสอบ - ทำงานเพียงลำพังโดยมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นน้อยมาก - ปฏิบัติอย่างสับสน ไม่มีเป้าหมายที่ชัดเจน - เมื่อแก้ปัญหาได้แล้วก็ไม่คิดต่อ
3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ - ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย	- อธิบายโดยไม่มีการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม - ยกตัวอย่างและประสบการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกัน - ยอมรับคำอธิบายโดยไม่ให้เหตุผล - ไม่สนใจคำอธิบายของคนอื่นซึ่งมีเหตุผลพอที่จะเชื่อถือได้

ตารางที่ 2 บทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทของนักเรียน	
	สอดคล้องกับ Inquiry Cycle	ไม่สอดคล้องกับ Inquiry Cycle
4. การขยายความรู้ (Elaboration)	- นำการชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความ คำอธิบายและทักษะไป ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการ แก้ปัญหาตัดสินใจ และออกแบบ การทดลอง - ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล จากหลักฐานที่ปรากฏ - บันทึกการสังเกตและอธิบาย ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อนๆ	- ปฏิบัติโดยไม่มีเป้าหมายที่ ชัดเจน - ไม่สนใจข้อมูลที่มีอยู่ - อธิบายเหมือนกับที่ครูจัดเตรียม ไว้หรือกำหนดให้
5. การประเมินผล (Evaluation)	- ตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้การ สังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ ยอมรับมาแล้ว - แสดงออกถึงความเข้าใจเกี่ยวกับ ความคิดรวบยอดหรือทักษะ - ประเมินความก้าวหน้าหรือ ความรู้ด้วยตนเอง - ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อ ส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบ	- ลงข้อสรุปโดยปราศจาก หลักฐานหรือคำอธิบายที่เป็นที่ ยอมรับมาแล้ว - ตอบแต่เพียงว่าถูกหรือผิดและ อธิบายให้คำจำกัดความโดยใช้ ความจำ - ไม่สามารถอธิบายด้วยคำพูด ของตนเอง

BSCS's Biology a Human Approach (1997 อ้างถึงใน สมบัติ การจนารักพงศ์, 2549)

สรุปได้ว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) นี้สามารถสะท้อนให้เห็นว่าครูผู้สอนมีบทบาทอย่างไรในกระบวนการเรียนการสอนและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาความรู้คำตอบของปัญหาด้วยตนเอง และผู้เรียนสามารถค้นพบว่าได้เรียนรู้อะไรและผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างไร ดังนั้นรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้จึงเป็นทั้งรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนและเป็นรูปแบบการสอนของครู

ตารางที่ 3 บรรยากาศการเรียนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

บรรยากาศการเรียนการสอนโดยทั่วไป	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
1. ไม่เครียด 2. สนุก 3. ไม่สับสน 4. นักเรียนมีความคิดอิสระ 5. นักเรียนสนใจกระตือรือร้นเข้าร่วมกิจกรรม	1. ครูเป็นกันเองกับนักเรียน 2. ครูยิ้มแย้มแจ่มใส 3. ครูติชมนักเรียนอย่างสร้างสรรค์ 4. ครูยอมรับฟังความคิดเห็นจากนักเรียน 5. ครูให้คำแนะนำช่วยเหลือนักเรียน	1. ร่วมมือในการจัดกิจกรรมช่วยกันคิด ช่วยกันทำ 2. อภิปรายแสดงความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

(สสวท., 2548)

4.6 ประโยชน์ของการเรียนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (สสวท., 2548)

ประโยชน์ของการเรียนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มี 4 ประการ

4.6.1 เพิ่มศักยภาพด้านสติปัญญา (Intellectual Potency) เนื่องจากการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนต้องเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนทุกขั้นตอน เช่น การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การแปลความหมาย และการลงข้อสรุป ฯลฯ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิธีในการแก้ปัญหา เรียนรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้น จึงส่งเสริมความสามารถในด้านสติปัญญา ทำให้นักเรียนมีศักยภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

4.6.2 ส่งเสริมการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ในการเรียนแบบสืบเสาะ นักเรียนจะมุ่งอยู่ที่ความสำเร็จของการแก้ปัญหา จนกระทั่งได้รับความรู้ใหม่ด้วย

ตนเอง นักเรียนมีความคิดเป็นอิสระในการควบคุม นำทางตนเองไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา ไม่ต้องคำนึงถึงเรื่องรางวัล และการลงโทษ สามารถพัฒนาความมีวินัยในตนเอง มีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง ไม่ท้อถอยเมื่อเผชิญกับอุปสรรค หรือประสบความล้มเหลวในการแก้ปัญหา ดังนั้น แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ซึ่งส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

4.6.3 เป็นการเรียนรู้ยุทธศาสตร์ในการเรียน (Heuristic of Learning) การเรียนแบบสืบเสาะ นักเรียนจะได้รับการฝึกฝนในวิธีการแก้ปัญหา ตลอดจนการใช้ความพยายามในการค้นพบความรู้ ยุทธวิธีในการสืบเสาะที่ใช้กันมาก ได้แก่ กระบวนการใช้คำถาม กระบวนการทำข้อมูลซึ่งรวมถึงการบันทึก การวิเคราะห์ การประเมิน และการปรับปรุงแก้ไข

4.6.4 ส่งเสริมการจดจำความรู้ (Conservation of memory) ในการเรียนรู้นั้นสิ่งที่เรียนรู้อย่างมีความหมาย จะถูกเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำระยะยาวของสมอง และสามารถเรียกกลับมาใช้ได้อีก เมื่อมีสิ่งเร้าจากภายนอกมากระตุ้น จะทำให้เกิดการระลึกได้ ความรู้ดังกล่าวซึ่งถูกเรียกมาใช้ได้อีกครั้ง ดังนั้นความรู้ที่เก็บไว้จะถูกนำมาใช้ตลอดเวลา ความรู้จึงคงทนไม่ลบลืมไป กระบวนการจดจำความรู้ก็จัดเป็นกระบวนการแก้ปัญหาด้วย เนื่องจากเป็นกระบวนการที่นำเอาความรู้มาเก็บบันทึกไว้อย่างเป็นระบบ แล้วสามารถเรียกมาใช้ได้อีกตามความต้องการ ในกระบวนการนี้สิ่งที่สำคัญก็คือ การเลือกรับความรู้ตามที่ตนสนใจ ความรู้ใหม่จะถูกนำไปบูรณาการกับความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้ว ทำให้เกิดเป็นความรู้ที่กว้างขวาง และมีความหมาย การเรียนแบบสืบเสาะก็เช่นกัน นักเรียนจะนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาตลอดเวลา โดยปัญหาจะทำหน้าที่เป็นสิ่งกระตุ้นให้เกิดการระลึกได้ ดังความรู้ที่ต้องการจะใช้ ดังนั้นจึงจะช่วยส่งเสริมการจดจำความรู้หรือทำให้ความรู้มีความคงทน หรือลืมยาก

4.7 ข้อดีของการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (สสวท., 2548)

4.7.1 นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดได้อย่างเต็มที่ รู้จักใช้เหตุผลมาวิเคราะห์บทเรียน

4.7.2 นักเรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอนในการคิด อันจะส่งผลต่อนักเรียนการพัฒนาตนเองเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่นๆ

4.7.3 การเรียนการสอนให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

4.7.4 นักเรียนสามารถคิดหรือมโนมติตามหลักการของวิทยาศาสตร์

4.7.5 นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

4.8 ข้อจำกัดของการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (สสวท., 2548)

4.8.1 ในการสอนแต่ละครั้งใช้เวลาค่อนข้างมาก

4.8.2 หากสถานการณ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้นไม่เร้าใจผู้เรียน อาจจะทำให้นักเรียนให้ความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนการสอนน้อย มีผลทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนไม่เร้าใจเท่าที่ควร ดังนั้นครูผู้สอนต้องสร้างสถานการณ์ที่สามารถทำให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมมากที่สุด

4.8.3 สำหรับเนื้อหาวิชาที่มีความซับซ้อนและค่อนข้างยาก จะทำให้นักเรียนที่เรียนรู้ได้ช้าอาจมีปัญหาในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4.8.4 นักเรียนมีวุฒิภาวะยังไม่ได้เป็นผู้ใหญ่พอ อาจไม่มีแรงจูงใจเพียงพอที่จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ครบตามกระบวนการ ส่งผลให้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่วางไว้

ในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สิ่งที่ครูควรระลึกอยู่เสมอในแต่ละขั้นตอน คือ การจัดกิจกรรม ครูควรจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของนักเรียน และให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหา และหาคำตอบด้วยตนเอง

4.9 กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

สสวท. (2548) ได้ให้กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

4.9.1 จัดกลุ่มทำงานของนักเรียนให้น้อยคนที่สุดเท่าที่จะทำได้

4.9.2 บอกนักเรียนว่ามีเวลาเท่าใดในการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรม

4.9.3 วางแผนออกแบบกิจกรรมไว้มากกว่าเวลาที่ให้

4.9.4 ติดตามความก้าวหน้าในการทำงานของนักเรียน

4.9.5 เตรียมคำถามและวิธีที่จะถามนักเรียนไว้ล่วงหน้า

4.9.6 ถามให้นักเรียนตอบโดยการสุ่ม

4.9.7 รอคอยนักเรียนได้

4.9.8 ยอมรับคำตอบของนักเรียนไว้ทั้งหมด

4.9.9 แนะนำวิธีสืบเสาะหาความรู้อย่างชัดเจนและกระชับ

4.9.10 เมื่อกลุ่มมีปัญหาในการตั้งสมมติฐานให้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดชี้แนวทางการนำความรู้ที่ได้รับมาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

4.9.11 ใช้ถ้อยคำในการตั้งคำถามให้ชัดเจนให้นักเรียนสามารถตอบโดยใช้ความคิดระดับสูงได้

4.9.12 เตือนนักเรียนให้รู้ถึงความสำคัญของการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลในการสืบเสาะหาความรู้

4.9.13 ให้มีการวิเคราะห์และอภิปรายผลที่ค้นพบหลักการจัดกิจกรรมการศึกษาค้นคว้า

4.9.14 ลำดับขั้นตอนการสอนที่จะให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าแรกไปใช้ในการตั้งสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้าต่อไป

4.9.15 ในการนำเข้าสู่กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ควรให้ความรู้พื้นฐานแก่นักเรียน

4.9.16 ตั้งคำถามแบบกว้างที่ปรับถ้อยคำให้นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้อย่างสร้างสรรค์

4.9.17 ไม่วิพากษ์วิจารณ์สมมติฐานของนักเรียนจนกว่าจะตั้งสมมติฐานทั้งหมดแล้ว

4.9.18 ตั้งสมมติฐานของตนเอง

4.9.19 เมื่อจำเป็นต้องจัดให้มีการอภิปรายในกลุ่มเล็ก ๆ ด้วย

4.9.20 ไม่บอกนักเรียนว่าสมมติฐานใดถูกต้อง

4.9.21 ไม่เริ่มต้นจนกว่าชั้นจะเงียบ

4.9.22 รักษาอารมณ์ให้สงบและเยือกเย็นตลอดเวลา

4.9.23 จัดอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับความหลากหลายของงาน และระดับความยากง่ายของงาน

4.9.24 ใช้แบบทดสอบ pretest วัดระดับการคิดของนักเรียนอย่างเป็นเหตุเป็นผล

4.9.25 ผสมผสานหรือจัดคู่นักเรียนที่มีทักษะความคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลต่างกันไว้ด้วยกัน เพื่อให้ช่วยเหลือกันและกัน และเรียนรู้ความคิดของตนเองจากการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน

4.9.26 สร้างข้อทดสอบที่วัดความคิดระดับสูง

4.9.27 ไม่ให้คะแนนพิเศษในการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้

4.9.28 ทำตัวให้เป็นผู้ช่วยในการสืบเสาะหาความรู้ที่กระตือรือร้น

4.9.29 ใช้ข้อสอบแบบอัตนัย หรือแบบคู่ขนาน

4.9.30 ประกาศกฎการทำความสะอาดเครื่องมือและห้องปฏิบัติการ เวลาเข้าและออกจากห้องปฏิบัติการ และปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด

4.10 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ตามแนวคิดของ สสวท. (2546)

สสวท. (2546) ได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยได้พัฒนากระบวนการเรียนรู้ตามลำดับ ในระยะเริ่มแรกเน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) กำหนดแนวการทำกิจกรรมค่อนข้างมากทำให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิดตาม ระยะต่อมาพัฒนาให้มีปัญหาปลายเปิดให้นักเรียนได้คิดวางแผนออกแบบการ

ทดลองและลงมือปฏิบัติ ฝึกค้นคว้าตรวจสอบด้วยความคิดของตนเองมากขึ้น การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในระยะต่อมา คือ กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นกิจกรรมขั้นสุดยอดที่นักเรียนเป็นผู้ระบุปัญหา คือ ตั้งคำถามตามความสนใจของตนเองหรือของกลุ่ม แล้ววางแผนวิธีการที่จะแก้ปัญหาด้วยการสร้างทางเลือกที่หลากหลาย โดยใช้ความรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้มา มีการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติและประเมินผลการแก้ปัญหา สรุปเป็นความรู้ใหม่ และได้พัฒนาต่อมาเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1) การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากสิ่งที่สงสัย จากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษาจึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้นและมีแนวทางในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้ แล้วให้มีการวางแผนกำหนดแนวทางสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลมาเพียงพอแก่การสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลสารสนเทศมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือวาดรูป สร้างตาราง การค้นพบในขั้นนี้เป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4) การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากแสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด จากนั้นนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ การนำความรู้และแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่การโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหา หลักการ และทฤษฎีตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) นักเรียนจะได้ค้นหาความรู้โดยการสอบถามและสำรวจตรวจสอบอย่างละเอียดถี่ถ้วน ทำให้ได้ประสบการณ์ตรงและส่งผลให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น หัวใจของการสืบเสาะหาความรู้คือ การตั้งคำถาม การจัดการเรียนการสอนมีหลายรูปแบบ รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ผู้เรียนได้สัมผัสและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมเพื่อนำประสบการณ์ใหม่ปรับให้เข้ากับประสบการณ์เดิมหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยมีครูคอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของ สสวท. (2546) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้และขั้นประเมินผล

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่สำคัญมากกระบวนการหนึ่งที่ทุกคนต้องใช้ชีวิตประจำวัน ถ้าทุกคนได้รับการฝึกฝนให้รู้วิธีในการแก้ปัญหาอยู่เสมอย่อมเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ได้รับการฝึกฝนอย่างแน่นอน มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

5.1 ความหมายของปัญหา

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540) ได้ให้ความหมายของปัญหาไว้ว่า เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่ทำให้เกิดอุปสรรคในการดำเนินงาน ซึ่งคนและสัตว์ไม่สามารถตอบสนองตามที่เคย

เรียนรู้มาแล้วได้ จำเป็นต้องศึกษาสาเหตุของปัญหานั้น ๆ และกำจัดปัญหาเหล่านั้นด้วยกระบวนการที่เหมาะสม

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2544) กล่าวว่า ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่ต้องการการคิด การแก้ไขที่ได้มาจากการสังเคราะห์ ความรู้ที่เคยเรียนรู้มาแต่ก่อนซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่ง 3 สิ่งนี้คือ

1) การยอมรับว่าเป็นปัญหาหรือรู้ว่านี่คือปัญหา

2) อุปสรรคของปัญหาหรืออุปสรรคของจุดมุ่งหมาย

3) การแก้ปัญหาที่จะบรรลุจุดมุ่งหมาย

สสวท. (2546) ได้ให้ความหมายของปัญหาไว้ว่า สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่พบแล้วไม่สามารถจะใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันทีหรือเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นแล้วไม่สามารถมองเห็นแนวทางแก้ไขได้ทันที

จากความหมายของปัญหาที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่าปัญหาเป็นสถานการณ์ที่ทำให้เกิดอุปสรรคเมื่อพบแล้วต้องใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้ปัญหานั้นหมดไปหรือลดน้อยลง

5.2 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

วิชชุดา งามอักษร (2541) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การแก้ปัญหาที่เป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการ ที่มีความยากลำบาก ยุ่งยาก หรืออยู่ในสภาวะที่ต้องตรวจข้อมูลเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ และทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

สาคร ธรรมศักดิ์ (62541) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึงความสามารถของบุคคลที่ใช้ในการแก้ปัญหา มี 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐาน และการสรุปผลการทดลอง

เลี้ยง ชาตาธิคุณ (2543) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้แนวคิด ที่เป็นหลักการเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองแนวคิดขึ้นไป และใช้หลักการนั้นผสมผสานกันจนเป็นความสามารถในการแก้ปัญหา การเรียนรู้แบบนี้อาศัยหลักการเรียนรู้มโนมติ เป็นการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมของสิ่งเร้าทั้งหลาย

มนวิภา อ่อนศรี (2541) ได้ให้ความหมายว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา และความคิดที่นำเอาประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ประสบ โดยพิจารณาหาความสัมพันธ์จากข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

อุดมลักษณ์ นกพึ่งพุ่ม (2545) ได้ให้ความหมายว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการคิดแก้ปัญหาที่พบ เพื่อให้บรรลุจุดหมายตามที่ต้องการ

ชุติมา ทองสุข (2547) ได้ให้ความหมายว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา ที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประสบการณ์เดิมมาแก้ปัญหาที่ประสบใหม่ ยิ่งปัญหาสลับซับซ้อนยิ่งอาศัยการคิดมาก โดยมีการคิดแก้ปัญหาที่เป็นระบบหรือแบบแผนวิธีการที่จะทำให้การคิดแก้ปัญหาบรรลุผล

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้ความรู้ ประสบการณ์ และทักษะการปฏิบัติเดิมจากการเรียนรู้มาแก้ปัญหาใหม่ที่พบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นระบบขั้นตอนมาช่วยในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความสามารถทางสติปัญญา ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมมาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

5.3 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีนักการศึกษาเสนอแนวคิดและขั้นตอนซึ่งผู้วิจัยใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาตามขั้นตอนวิธีทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นระบุปัญหา
2) ขั้นตั้งสมมติฐาน
3) ขั้นรวบรวมข้อมูล
4) ขั้นสรุปผล

วิชชุดา งามอักษร (2541) เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

1) เมื่อผู้เรียนพบปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา
2) ผู้เรียนใช้ผลจากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นมาใหม่
3) จำแนกแยกแยะปัญหา
4) การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา
5) การใช้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา
6) ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

ทักษินันท์ หิรัญเกิด (2543) เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา มีดังนี้

1) รู้จักปัญหา เป็นขั้นตอนที่บุคคลรับรู้สิ่งเร้าที่คนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา

2) แสวงหาเค้าเงื่อน เป็นขั้นตอนที่บุคคลใช้ความพยายามในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม

3) ตรวจสอบความถูกต้อง เป็นขั้นตอนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกโครงสร้างเนื้อหา

4) การตัดสินการตอบสนองที่สอดคล้องกับเนื้อหา

วิชชุดา งามอักษร (2541) เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้น คือ

1) การตั้งปัญหา

2) การวิเคราะห์ปัญหา

3) การเสนอวิธีแก้ปัญหา

4) การตรวจสอบผลลัพธ์

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ภูมิ พระรักษา (2549) เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้น คือ

1) ระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนด

2) ตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการบอกได้ว่าสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา คืออะไร จากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์ที่กำหนด

3) ทดลองหรือทดสอบสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐานหรือรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตและทดลอง

4) สรุปผลการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หรือตรวจสอบสมมติฐานมาสรุปเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำไปใช้ได้

Weir (1974 อ้างถึงใน ศิริพร สุวรรณการณ์, 2546) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นดังนี้

1) ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์

3) ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาหรือข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ระบุไว้

4) ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่และผลที่ได้จะเป็นอย่างไร โดยกระบวนการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์

Guilford (1971 อ้างถึงใน ฐิตินันท์ โจณะสิทธิ์,2549) เห็นว่ากระบวนการในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้นควรประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ 5 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหา หรือค้นหาปัญหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คือ อะไร

ขั้นที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นพิจารณาดูว่าสิ่งใดที่เป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา แล้วออกมาในรูปของวิธีการ ผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์นั้นยังไม่ได้ผลที่ถูกต้องก็ต้องมีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุด หรือถูกต้องที่สุด

ขั้นที่ 5 ขั้นในการนำไปประยุกต์ใช้ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

John Dewey (1971 อ้างถึงใน สายฝน จารีต, 2547) ได้เสนอลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการแก้ปัญหาของมนุษย์ ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เหตุการณ์ที่เริ่มแรก คือ การเสนอปัญหา อาจทำด้วยการสื่อภาษาหรืออาจใช้วิธีการอื่น

ขั้นที่ 2 กำหนดขอบเขตของปัญหา และแยกลักษณะสำคัญของปัญหา เพื่อทำให้ปัญหาชัดเจนขึ้น

ขั้นที่ 3 เสนอวิธีการแก้ปัญหาด้วยการตั้งสมมติฐาน ที่คาดว่าจะใช้ในการแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 4 ดำเนินการตรวจสอบ ข้อสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งมีหลายข้อจนกระทั่งสามารถพบวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

สสวท. (2546) กล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่ง คือ เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหา โดยผ่านกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผลโดยใช้

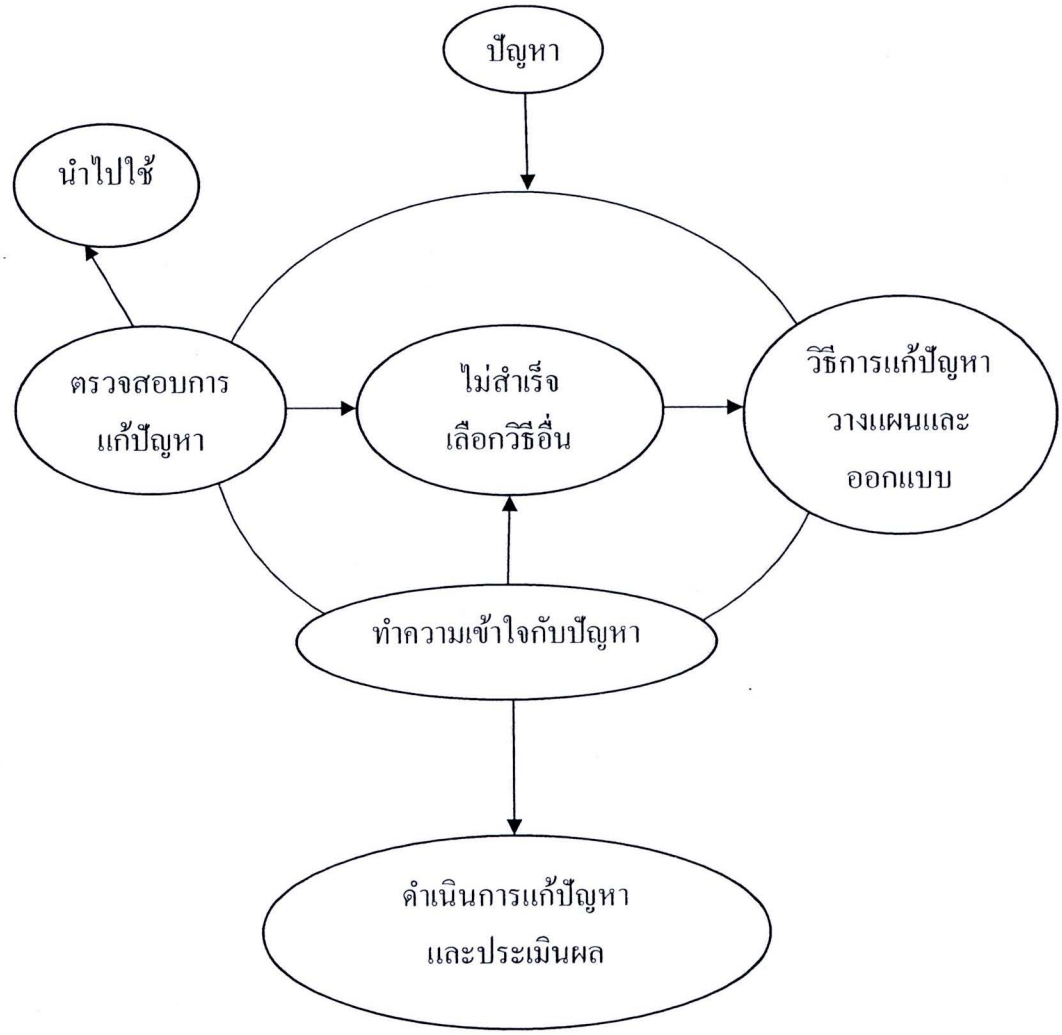
กระบวนการ ความรู้ และทักษะต่างๆ และทำความเข้าใจปัญหานั้นมาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา ดังนี้

1) การทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาอย่างถ่องแท้ ในประเด็นปัญหาต่างๆ คือ ปัญหาถามว่าอย่างไร มีข้อมูลใดแล้วบ้าง

2) การวางแผนแก้ปัญหา เป็นการคิดเพื่อวางแผนแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นแล้วนำมาวางแผนการทดลอง ประกอบด้วยการตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีทดลองหรือตรวจสอบ และอาจรวมทั้งแนวทางในการประเมินผลการแก้ปัญหา

3) การดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล เป็นการลงมือแก้ปัญหาและประเมินว่าวิธีแก้ปัญหาและผลที่ได้ถูกต้องหรือได้ผลอย่างไร ถ้าการแก้ปัญหาถูกต้องก็ประเมินต่อไปว่าจะยอมรับเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆหรือไม่ ถ้าปัญหาไม่ประสบผลสำเร็จก็ต้องย้อนกลับไปวางแผนแก้ปัญหาหรือย้อนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่

4) การตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ รวมทั้งนำไปประยุกต์ใช้ ทั้งนี้การแก้ปัญหาใดๆ ต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วย



ภาพที่ 3 แสดงภาพประกอบกระบวนการแก้ปัญหา (กรมวิชาการ, 2544)

จากขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยนี้วัดจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Weir (1974 อ้างถึงใน ศิริพร สุวรรณการณ์, 2546) ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ขั้นระบุปัญหา
2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
3) ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา
4) ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

6.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การบริหารงานวิชาการของโรงเรียน สิ่งที่มุ่งหวังหรือผลผลิตที่พึงประสงค์ที่สุดประการที่หนึ่งของโรงเรียน คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญที่แสดงถึงประสิทธิภาพของการบริหารงานวิชาการในโรงเรียน ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจอย่างมากในวงการศึกษามาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยมีนักการศึกษาจำนวนมากได้ศึกษาค้นคว้าและวิจัยหาแนวทางมาใช้ในการพัฒนาให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสุดและเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยนำมาเป็นพื้นฐานในการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

กรมวิชาการ (2546) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง การวัดความสามารถด้านความรู้ และความคิดในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการวัดอยู่ทั้งหมด 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะการคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา

มะลิวรรณ วีระจิตต์ (2533) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจในเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้

สสวท. (2546) ได้กำหนดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐานว่า ให้เข้าใจสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ เข้าใจสมบัติและการเปลี่ยนแปลงของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน โครงสร้างและส่วนประกอบของโลก โดยนักเรียนใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แก้ปัญหา ศึกษาค้นคว้าความรู้แล้วเชื่อมโยงความรู้ ความคิดและจิตวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำรงชีวิต

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใด จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนและเป็นพฤติกรรมที่วัดได้

บุญวลี ชัยแสน (2544) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้หรือทักษะซึ่งเกิดจากการทำงานที่ประสานกัน และต้องอาศัยความพยายามอย่างมากทั้งด้านองค์ประกอบทางสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่ใช้สติปัญญาแสดงออกในรูปของความสำเร็จความสามารถวัดได้โดยแบบทดสอบหรือคะแนนที่ครูให้

ปาริสา ผ่องพันธุ์งาม (2550) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ด้านเนื้อหาวิชาและทักษะที่เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนภายหลังได้ศึกษาและอบรมในเรื่องนั้นมาแล้ว และเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ ได้ให้นิยามของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนในการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 5 วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่น ซึ่งวัดได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจและการนำไปใช้

6.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียน ซึ่งเน้นการวัดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในด้านความรู้ ความคิด ได้แก่ พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ปาริสา ผ่องพันธุ์งาม (2550) กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองในด้านต่างๆ ซึ่งเป็นการวัดความสำเร็จในเชิงวิชาการว่านักเรียนเรียนรู้มาเท่าใด โดยสร้างขึ้นให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)

7.1.1 งานวิจัยในประเทศ

ปาริสา ผ่องพันธุ์งาม (2550) ได้ทำการศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่านักเรียนร้อยละ 80 ผ่านเกณฑ์ จากนักเรียนทั้งหมด 24 คน จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนสามารถแสดงความสามารถได้อย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าจาก

ประสบการณ์ตรง จากจุดเด่นของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น และช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ยุภา กุมภาว์ (2550) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) พบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์เป้าหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน และนักเรียนทั้งหมด 30 คน ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของนักเรียนทั้งหมด แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิม ส่งเสริมและยังสนับสนุนให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์

วนิดา ชูแก้ว (2546) ได้ศึกษาการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองตะเภา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

กิตติชัย สุทธาสิโนบล (2541) ได้ศึกษาผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครู ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสอนแบบ 5Es สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ

พงศ์รัตน์ ธรรมชาติ (2544) ได้ศึกษาผลการสอนโดยการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมัธยมศึกษาสุไหงปาดี จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปิยะฉัตร์ ชัยมาลา (2550) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ จำนวนนักเรียนร้อยละ 77.14 มีคะแนน ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ

70 ขึ้นไป และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าจำนวนนักเรียนร้อยละ 82.86 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

สุธารพิงค์ โนนศรีชัย (2550) ได้ศึกษาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พบว่า ด้านการคิดวิเคราะห์วิชาชีววิทยามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 76.19 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ นักเรียนมีความคิดเห็นต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) โดยภาพรวม เห็นด้วยอยู่ในระดับ "มาก" ($\overline{X} = 4.02$)

ลัดดา เพียรประสพ (2545) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวน เรื่องอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ชุดการเรียนด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลำดวน โสตา (2545)ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แผนผังมโนมติ ผลการวิจัยเชิงคุณภาพพบว่า นักเรียนได้รับความรู้และประสบการณ์ใหม่ๆ ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความกระตือรือร้น กระฉับกระเฉง สนใจในการเรียนมากขึ้น กล้าแสดงออก มีความสนุกสนานในการเรียน มีการพัฒนาทางด้านทักษะการเรียนเพิ่มขึ้น ได้ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนผลการวิจัยเชิงปริมาณ พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังมโนมติทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 27.8 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.50 และมีนักเรียนทำคะแนนได้สูงกว่า ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม จำนวน 15 คน

สุกัญญา ทองวัฒน์ (2545) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แนวคิดของรูปแบบการสอนเพื่อฝึกการสืบเสาะหาความรู้และรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ พบว่า การสอนโดยใช้รูปแบบแนวคิดของรูปแบบการสอนเพื่อฝึกการสืบเสาะหาความรู้และรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการช่วยเหลือกันเรียนรู้ ได้ร่วมมือกันในการทำงาน มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกอย่างชัดเจน เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุด และจะช่วยกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิด

ความกระตือรือร้นและเข้าใจบทเรียนดีขึ้น ผลของการจัดกิจกรรมพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียน มีพัฒนาการทางด้านทักษะทางสังคม เกิดความตระหนักในคุณค่าของตนเอง และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การขนส่งและการสื่อสารโดยเฉลี่ยสูงขึ้น

สุนันท์ทา พราหมณ์น้อย (2545) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกลุ่มที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาระบบบัญชีของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โรงเรียนพณิชยการเพชรบุรีบริหารธุรกิจ พบว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาระบบบัญชีสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

7.1.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Cumo (1992) ได้ศึกษาผลการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es การเรียนรู้ ต่อพัฒนาการทางสติปัญญา ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 เขตชนบทรัฐโอไฮโอ พบว่า พัฒนาการด้านพุทธิพิสัย ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

Ebrahim (2004) ได้ทำการศึกษาผลการสอนแบบปกติกับการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาจำนวน 111 คน จาก 4 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน เรียนแบบวัฏจักการเรียนรู้และกลุ่มควบคุม 55 คนเรียนแบบปกติเป็นเวลา 4 สัปดาห์ การเก็บข้อมูลใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ การทดลองใช้แบบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปกติ

Hill (1991) ได้ศึกษาการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5Es สอนปฏิบัติการเคมีเพื่อชีวิตสิ่งแวดล้อมและวิทยาศาสตร์สุขภาพแก่นักเรียนเกรด 7 และกรด 8 โดยใช้วีดีทัศน์ภาพเคลื่อนไหว และภาพเลียนแบบ อาศัยกิจกรรมการทำงานร่วมกันอย่างกระฉับกระเฉงและการสืบเสาะหาความรู้โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก พบว่านักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดวิจารณญาณได้ดี

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ซึ่งมีรูปแบบที่หลากหลายและจะเห็นได้ว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาทางวิทาศาสตร์ และด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

7.2 งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

มนวิภา อ่อนศรี (2541) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาสาสตร์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกประเภทส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนทักษะด้านอื่นๆส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

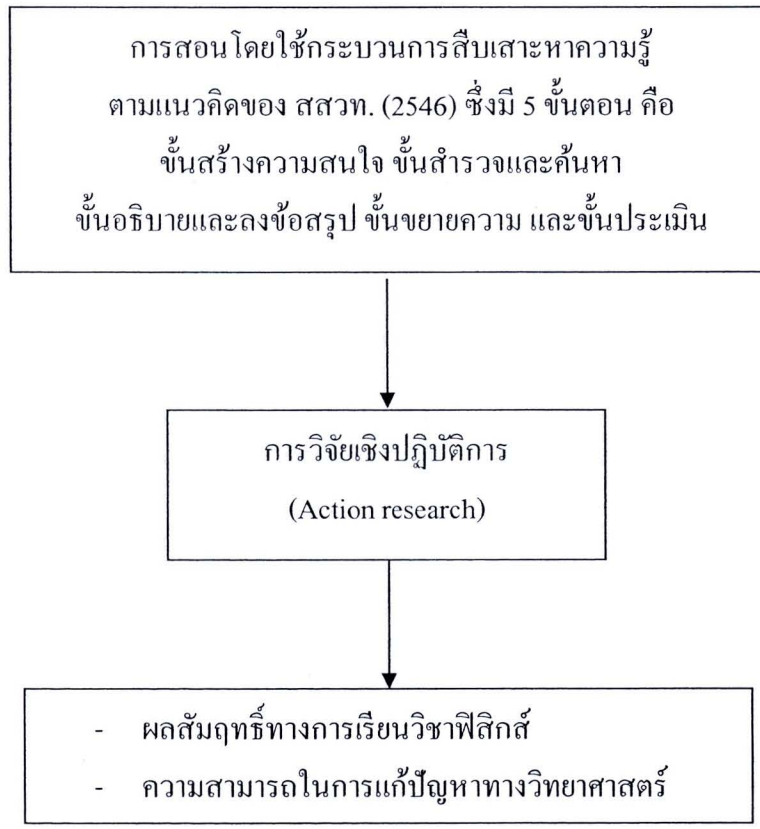
นารีรัตน์ ฟักสมบูรณ์ (2541) ได้ศึกษาการใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาสาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาสาสตร์กับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อุดมลักษณ์ นกพึ่งพุ่ม (2545) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมติ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นการฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผลซึ่งสามารถพัฒนาได้หลายแนวทางทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาอย่างมีหลักการและให้เหตุผลและทำให้นักเรียนรู้จักการคิดที่เป็นลำดับขั้นตอนและลงมือปฏิบัติสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวเอง เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิดตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป

8. กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ลักษณะการวิจัยเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 4 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย