บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาสถิติ และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบค้นความรู้ (Inquiry process) ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับดังนี้

1. ความรู้ทั่วไปของรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบค้นความรู้
2. การเรียนรู้แบบสืบค้นความรู้กับกระบวนการวิจัย
3. การสืบค้นความรู้กับปฏิบัติการงานวิจัย
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวิธีสอนแบบสืบค้นความรู้

1. ความหมายของวิธีสอนแบบสืบค้นความรู้

วิธีสอนแบบสืบค้นความรู้ค้นความรู้ มาจากภาษาอังกฤษว่า “Inquiry process teaching” มีผู้ใช้เป็นภาษาไทยต่างๆ กัน ได้แก่ วิธีสอนแบบสืบเสาะแสวงหาความรู้ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ วิธีสอบแบบสืบค้นความรู้ วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นต้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอใช้คำว่า วิธีสอนแบบสืบค้นความรู้

วิธีสอนแบบสืบค้นความรู้ เป็นวิธีสอบอีกแบบหนึ่งที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตัวเอง โดยผู้สอนเป็นผู้ตั้งคำถามเป็นสื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิด สืบค้นความรู้ และพบคำตอบต่อปัญหาของตนได้ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กรมวิชาการ (2545, หน้า 19) รายงาน วิธีสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้ เป็นวิธีสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการทางความคิดหาเหตุผลจนทำให้ค้นพบความรู้ หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหานั้น มาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

เสริมศรี ลักษณศิริ (2545, หน้า 240) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้เป็นวิธีสอนอีกแบบหนึ่งที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้หาความรู้ด้วยตัวเอง โดยผู้สอนจะกระตุ้นและส่งเสริมการเรียนรู้โดยจัดสถานการณ์ให้เกิดปัญหา ทำให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย และต้องการค้นหาคำตอบ หรือโดยที่ครูเป็นผู้ตั้งคำถามเป็นสื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิด และค้นหาคำตอบ ปัญหาด้วยตัวเอง ดังนั้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดกระบวนการแก้ปัญหาและแสวงหาความจริงโดยใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล

สิริลักษณ์ วงศ์เพชร (2542, หน้า 13) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนเป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่ยั่วยุและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยทำให้ผู้เรียนต้องค้นหาความรู้ด้วยตัวเอง โดยที่ผู้เรียนจะเป็นผู้หาวิธีการที่จะเรียนรู้ และเมื่อผู้เรียนสังเกตจนพบปัญหานั้นก็พยายามที่จะค้นหาสาเหตุด้วยการใช้คำถาม และการรวบรวมข้อมูลมาอธิบายการหาเหตุผล การพยากรณ์ และการทดลองจนค้นพบความรู้ หรือแนวทางในการแก้ปัญหาแล้วนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544, หน้า 56) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุเป้าหมาย วิธีสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

สรุปได้ว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้ เป็นวิธีสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการคิด การแก้ปัญหา หรือการแสวงหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดในการแสวงหาความรู้ และค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมโดยแบ่งเป็น 5 ขั้น คือ ขั้นสังเกต ขั้นอธิบาย ขั้นพยากรณ์ทดสอบ และขั้นนำไปใช้

2. **ประเภทของวิธีสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้**

มีนักการศึกษาหลายคนได้แบ่งวิธีสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้ ตามลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ดังนี้

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2545, หน้า 195) แบ่งประเภทวิธีสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้โดยใช้บทบาทของครูและผู้เรียนเป็นเกณฑ์ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.1 ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการสืบเสาะสืบค้นความรู้ (Passive inquiry) วิธีนี้ครูจะมีบทบาทสำคัญในการใช้คำถามกระตุ้นแนวทางให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบ เหมาะสำหรับการเริ่มสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้ เนื่องจากครูจะเป็นผู้ใช้คำถาม ถามนำไปสู่คำตอบและพยายามกระตุ้น

ให้ผู้เรียนตั้งคำถามอยู่เสมอ ครูจะเป็นผู้ตั้งคำถามเป็นส่วนใหญ่ คือ ประมาณร้อยละ 90 ส่วนผู้เรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามเองประมาณร้อยล่ะ 10 เท่านั้นเอง และส่วนใหญ่ผู้เรียนจะเป็นผู้ตอบคำถาม

2.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันในการสืบเสาะสืบค้นความรู้ (Combined inquiry) วิธีนี้ผู้สอนและผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการในการสืบเสาะสืบค้นความรู้ร่วมกัน โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถามเท่าๆ กับผู้เรียน คือ ประมาณร้อยละ 50 ซึ่งเหมาะสำหรับการสอนที่ผู้เรียนได้ผ่านขั้นของ Passive Inquiry มาแล้ว ผู้เรียนจะคุ้นเคยกับการตอบคำถาม และฝึกการตั้งคำถาม การซักถามปัญหาในชั้นนี้เมื่อผู้เรียนถาม ผู้สอนไม่ควรใช้คำตอบทันทีแต่ควรจะส่งเสริม หรือถามต่อเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดด้วยตนเองโดยใช้คำถามนั้นไปเรื่อยๆ จนกระทั้งผู้เรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง

2.3 ผู้เรียนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการสืบเสาะสืบค้นความรู้ (Active inquiry) การสอนแบบนี้ผู้เรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามและตอบคำถามเป็นส่วนใหญ่ หลังจากที่ได้ฝึกการตั้งคำถามและตอบคำถามจนคุ้นเคยมากแล้วผู้เรียนได้รับการพัฒนาความคิด การตั้งคำถามในกระบวนการสืบเสาะสืบค้นความรู้เพื่อหาคำตอบด้วยตนเองมาตามลำดับขั้น ในขั้นนี้จึงมีความสามารถในการสร้างกรอบความคิด การสร้างคำถามนำไปสู่การค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนมีส่วนในการตั้งคำถามและตอบคำถามประมาณร้อยละ 90 จึงนับเป็นจุดประสงค์สูงสุดในการเรียนรู้โดยวิธีสืบเสาะสืบค้นความรู้

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2548) แบ่งประเภท วิธีสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้โดยใช้บทบาทของครูและผู้เรียนเป็นเกณฑ์ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการสืบเสาะสืบค้นความรู้ (Passive inquiry) วิธีสอนแบบนี้ผู้สอนจะเป็นผู้ถามนำ โดยมีผู้เรียนเป็นฝ่ายตอบเป็นส่วนใหญ่ โดยผู้สอนก็จะพยายามกระตุ้นเตือนให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถามอยู่เสมอ ผู้สอนจะเป็นผู้ตั้งคำถามร้อยละ 90 ผู้เรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามร้อยละ 10 วิธีสอนประเภทนี้เหมาะสำหรับการเริ่มสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้เป็นครั้งแรก เพราะผู้เรียนระบบการศึกษาไทย ยังไม่คุ้นเคยกับการเป็นผู้ซักถามผู้สอน

2) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันในการสืบเสาะสืบค้นความรู้ (Combined inquiry) วิธีสอนนี้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนเป็นผู้ถามคำถาม คือ ผู้สอนจะเป็นผู้ตั้งคำถามร้อยละ 50 และผู้เรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามร้อยละ 50 วิธีสอนนี้ใช้ในโอกาสที่ผู้เรียนเริ่มคุ้นเคยกับการซักถามผู้สอนมากขึ้น ซึ่งจะเป็นช่วงที่ผู้สอนได้ฝึกให้ผู้เรียนตั้งคำถามแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้มานานพอสมควรแล้ว โดยข้อควรระวังในการส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งคำถาม คือ ให้ผู้เรียนคิดก่อนการถาม

หลักสำคัญคือ ผู้สอนพยายามไม่บอกคำตอบแต่จะส่งเสริมหรือถามต่อ เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

3) ผู้เรียนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการสืบเสาะสืบค้นความรู้ (Active inquiry) วิธีสอบแบบนี้ผู้เรียนจะเป็นผู้ถามและตอบเป็นส่วนใหญ่ ครูมีหน้าที่แนะแนว หรือเน้นจุดสำคัญที่ผู้เรียนมองข้ามไปโดยไม่ได้อธิบายอย่างเพียงพอ โดยที่ผู้สอนจะเป็นผู้ตั้งคำถามเพียงร้อยละ 10 และผู้เรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามร้อยละ 90

สรุปได้ว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้ มี 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการสืบเสาะสืบค้นความรู้ ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันในการสืบเสาะสืบค้นความรู้ และผู้เรียนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการสืบเสาะสืบค้นความรู้

3. ขั้นตอนของวิธีสอนแบบสืบค้นความรู้

ปทีบ เมธาคุณวุฒิ (2540) ได้สรุปการเรียนรู้แบบสืบค้นความรู้ไว้ ดังนี้

การเรียนรู้แบบสืบค้นความรู้เป็นการเรียนรู้ด้วยการแก้ปัญหา (Problem solving approach) หรือการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem based learning) เป็นการเรียนรู้ที่มีหลักการที่ใช้ปัญหาจริงจากการสังเกตปรากฏการณ์ในโลกนี้ หรือในชีวิตประจำวัน หรือในวิชาชีพที่ตนกำลังจะเรียนมาใช้เป็นหลักในการเรียน หลังจากสังเกตปรากฏการณ์นั้นแล้ว นักศึกษาจะระบุตัวปัญหาออกมาแล้วตั้งสมมติฐานอธิบายปัญหา (หรือปรากฏการณ์) นั้นๆ จากสมมติฐานที่ตั้งขึ้นจึงจะใช้เป็นทางนำสู่การเรียนรู้เนื้อหาวิชาที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้น การเรียนรู้แบบสืบค้นความรู้นี้มีชื่อเรียกหลายชื่ออาจจะใช้ว่า การสอนแบบ 5 E ก็ได้ ขั้นตอนการสอนแบบสืบค้นความรู้มีดังนี้

3.1 จัดให้ผู้เรียนอยู่ในบทเรียน (Engage the learner) โดยการตั้งคำถามหรือเล่าเหตุการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนสนใจ และช่วยเชื่อมโยงสิ่งที่จะเรียนกับความรู้เดิม

3.2 สำรวจเพื่อสร้างมโนทัศน์ (Explore the concept) โดยผู้สอนอธิบายสั้นๆ พร้อมกับคำศัพท์ 2-3 คำ เพื่อให้ผู้เรียนนำไปใช้พูดคุยแลกเปลี่ยนประสบการณ์กัน แล้วจึงให้คำจำกัดความของปัญหาหรือปรากฏการณ์เป็นคำพูดของตนเอง

3.3 อธิบายมโนทัศน์ และให้คำจำกัดความ (Explain the concept and define the terms) โดยผู้สอนให้ข้อมูลหรืออธิบายความหมายคำศัพท์บางคำ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำคำศัพท์นั้นไปบรรยายสิ่งที่เป็นประสบการณ์ใหม่ ใช้สติปัญญาตรวจสอบสิ่งที่เรียนรู้ใหม่แล้วจัดให้เข้ากับสิ่งที่เขารู้แล้ว

3.4 ขยายความเป็นมโนทัศน์ (Elaborate on the concept) โดยจัดหาสถานการณ์พิเศษ หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องให้ผู้เรียนมีโอกาสประยุกต์ใช้ความรู้ และประสบการณ์ที่สะสมมาทำการสำรวจอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและอธิบาย ซึ่งเป็นการสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งให้กับตัวผู้เรียนเอง

3.5 ประเมินความเข้าใจมโนทัศน์ (Evaluate student's understanding of the concept) โดยประเมินสิ่งที่ผู้เรียนรู้ และสิ่งที่เขาจะต้องดำเนินการขยายความรู้ความเข้าใจต่อไป

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2545, หน้า 196) กล่าวถึงขั้นตอนของวิธีสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้ โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

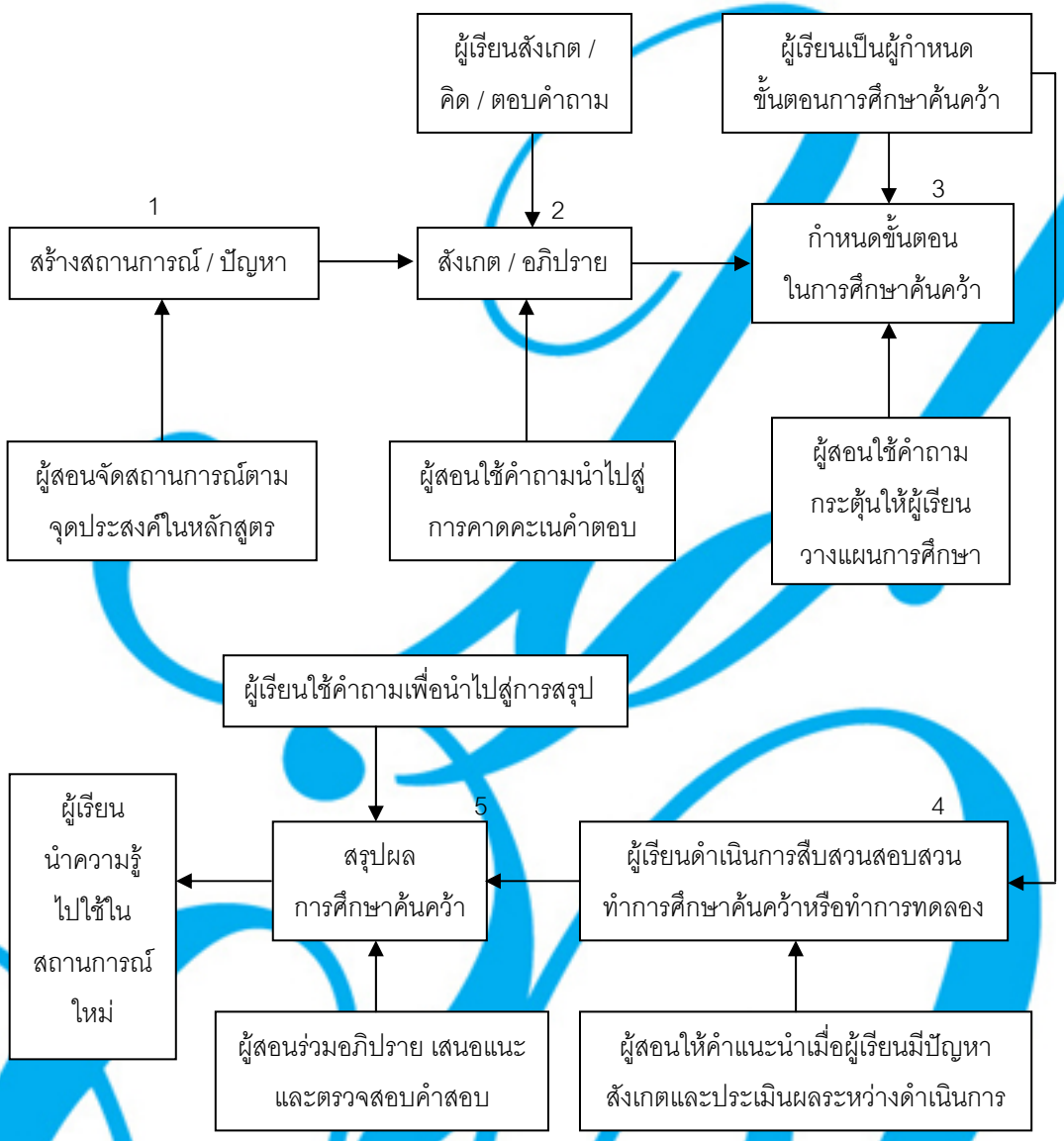
ขั้นที่ 1 ผู้สอนสร้างสถานการณ์ หรือปัญหาจากเนื้อหาในหลักสูตรให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนการสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหา การนำเข้าสู่บทเรียนอาจทำได้หลายวิธี ผู้สอนจะต้องเลือก หรือปรับวิธีการนำเข้าสู่บทเรียนให้เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหาทั้งจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่การออกแบบค้นคว้าหาความรู้ หรือทดลองเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางในการหาคำตอบ การใช้คำถามนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์ หรือปัญหาที่กำหนดขึ้นเอง โดยใช้คำถามเป็นชุดต่อเนื่องสัมพันธ์กัน ชุดของคำถามต้องสามารถนำผู้เรียนไปสู่การตั้งสมมติฐาน เพื่อคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งควรเป็นแนวทางของการกำหนดวิธีการศึกษาค้นคว้าหรือทำการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบ และกำหนดวิธีศึกษา การทดลองเพื่อหาคำตอบ คำถาม ในขั้นนี้เป็นคำถามเพื่อนำไปสู่การอธิบายวิธีการหาความรู้ หรือ คำตอบในแต่ละขั้นตอน สิ่งที่จำเป็นคืออุปกรณ์ เครื่องมือหรือข้อมูลสารสนเทศที่จะใช้ในการศึกษาหาความรู้ อาจจะออกแบบวิธีการศึกษาค้นคว้าหลายวิธีแล้วเลือกวิธีที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 4 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า สืบสวนสอบสวน ผู้สอนจะต้องใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียนให้ทำความเข้าใจในขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการที่ได้เลือกไว้ให้ชัดเจน จดบันทึกข้อมูลไว้

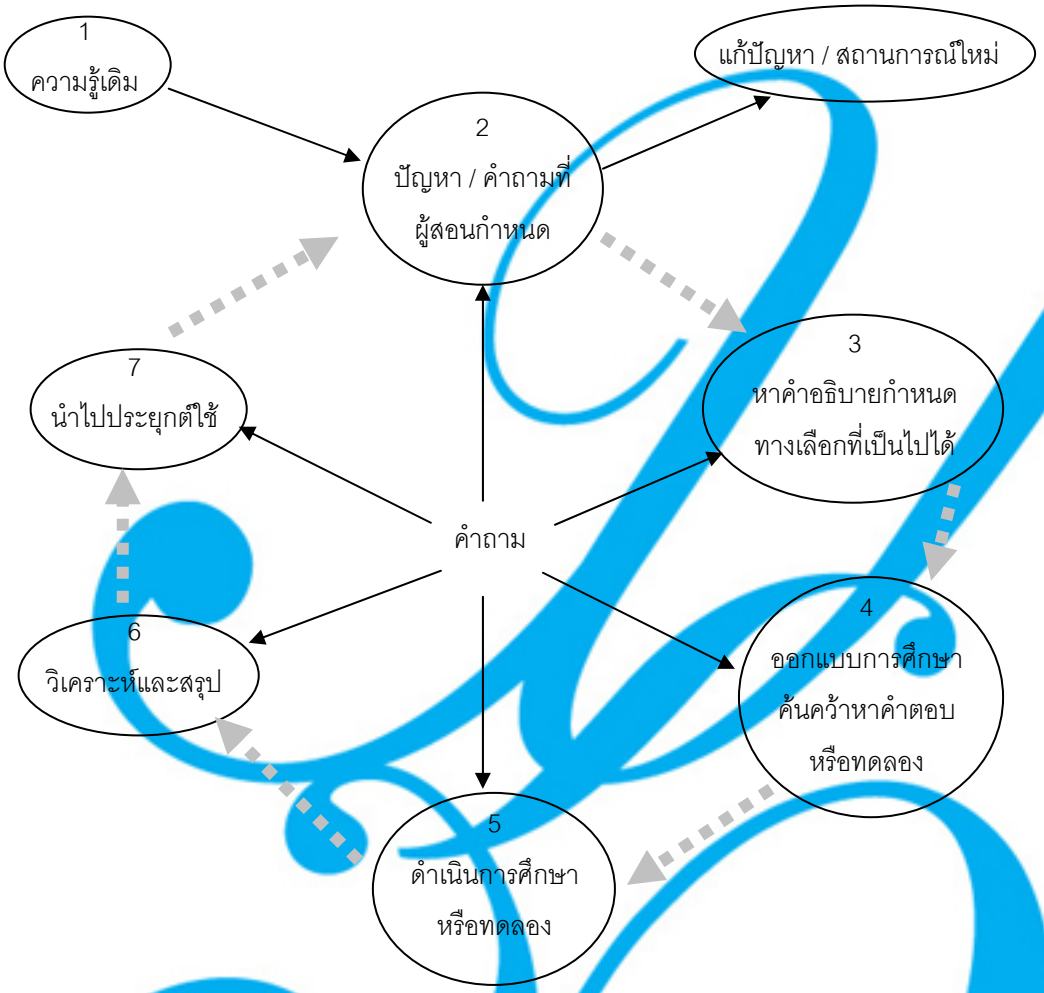
ขั้นที่ 5 ขั้นอภิปรายเพื่อสรุปผล (ในขั้นนี้เป็นการใช้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและการตอบคำถามเป็นหลัก) เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบของปัญหา ผู้สอนควรใช้คำถามฝึกให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่พบในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนการสอน(โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะ สืบค้นความรู้) ได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีสืบค้นความรู้

ที่มา : (สุคนธ์ สินธพานนท์, 2545, หน้า 197)

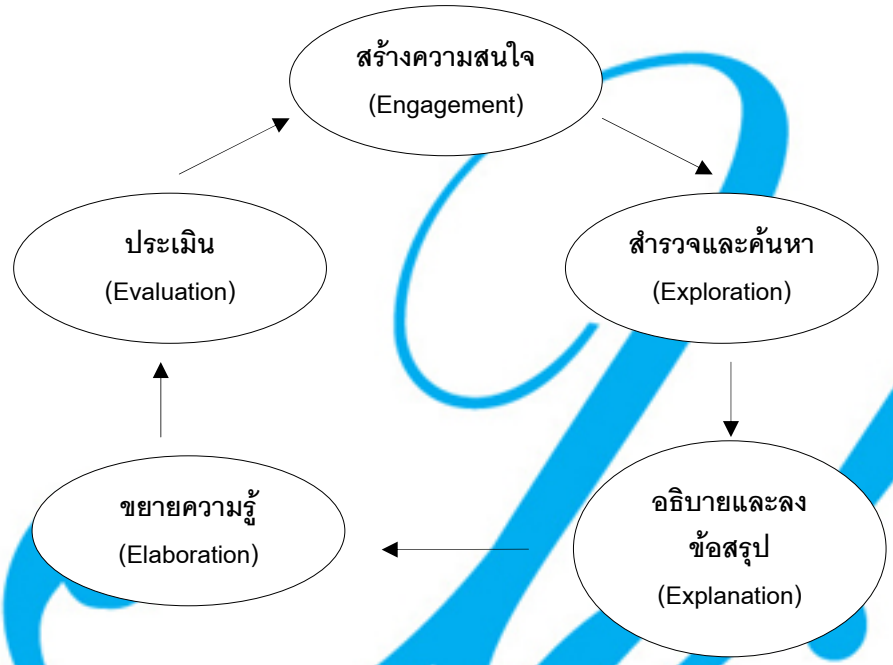
การนำความรู้ไปใช้หรือประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ อาจเกินข้อจำกัดซึ่งก่อให้เกิดปัญหา หรือข้อสงสัยที่จะต้องมีการทดสอบต่อไป เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนค้นพบความรู้และหลักการที่สำคัญ จากการใช้คำถามและตอบคำถามจึงเรียกว่า Inquiry cycle ดังตัวอย่างในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่

ที่มา : (สุคนธ์ สินธพานนท์, 2545, หน้า 198)

ชูชาติ เชิงฉลาด (2551) ได้นำเสนอการสืบค้นความรู้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ “กระบวนการสืบค้นความรู้” เป็นกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนที่จะต้องสืบค้นความรู้ เสาะหา สำรวจ ตรวจสอบ และค้นคว้า ด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดกระบวนการรับความรู้ ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของผู้เรียน และเก็บเป็นข้อมูลในสมองอย่างยาวนาน



ภาพที่ 4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบค้นความรู้

ที่มา : (ชูชาติ เชิงฉลาด, 2551, หน้า 53)

1. ขั้นตอนของกระบวนการสืบค้นความรู้ ประกอบด้วย

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ได้แก่ กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม/ประเด็นศึกษา หรือกระตุ้นด้วยการนำเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แล้วอภิปรายกลุ่มเพื่อกำหนดประเด็นที่สนใจจะศึกษา กำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ได้แก่ กำหนดแนวทางการสำรวจ/การตรวจสอบ กำหนดสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้แล้วลงมือปฏิบัติ เก็บรวบรวมข้อมูล/ข้อสนเทศ/ปรากฏการณ์ต่างๆหรือทำการทดลอง/ทำกิจกรรมภาคสนาม/ศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงและแหล่งข้อมูลต่างๆ

1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

- ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล/ข้อสนเทศ ได้แก่การแปลผลและสรุปผล ซึ่งอาจสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวกับประเด็นที่กำหนดไว้เดิม แต่เกิดผลที่ได้ใหม่ในรูปแบบใดก็ได้

- นำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การบรรยายสรุป การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ

1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

นำความรู้ที่ได้สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม/แนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง/ข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่นๆ

1.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) ได้แก่ ประเมินกระบวนการเรียนรู้และผลการเรียนรู้/ผลงาน ใช้วิธีการอย่างไร ได้ความรู้อะไรบ้าง มากน้อยเพียงใด

สรุปได้ว่า วิธีสอนแบบ สืบค้นความรู้นี้เป็นวิธีการสอนที่เน้นการพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และมีวิธีการใช้สื่อที่เห็นรูปธรรมที่สามารถให้คำถามจากการสังเกตเป็นสื่อสำคัญของวิธีสอบแบบนี้ นอกจากนั้นวิธีการสอนแบบนี้ยังเน้นการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากการแสวงหานำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ต่างๆ และพร้อมจะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์

4. บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบค้นความรู้

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน บุคคลที่มีบทบาทสำคัญมากที่สุดคือ ผู้สอน ดังนั้นเพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ผู้สอนควรมีบทบาทต่างๆ ดังนักการศึกษาหลายๆ ท่านได้กล่าวไว้ดังนี้

เสริมศรี ลักษณศิริ (2545, หน้า 243) ได้กล่าวถึงบทบาทผู้สอนในการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้ดังนี้

4.1 ผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนคิด สังเกต หาเหตุผล ค้นคว้า ทดลอง พิสูจน์ และแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้สิ่งที่สำคัญอีกอย่างคือ การจัดบรรยากาศในการเรียน เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดค้นคว้า และมีเสรีภาพในการอภิปราย

4.2 อาจเป็นได้ทั้งการสอนแบบอุปมานและอนุมาน ขึ้นอยู่กับเวลาสถานการณ์ข้อมูลที่มีอยู่หรือตัวปัญหานั้น แต่ส่วนใหญ่มักจะเป็นแบบอุปมาน

4.3 ต้องมีการสร้างสถานการณ์ที่ชวนสงสัย เป็นการที่ดึงความสนใจ ซึ่งอาจทำได้หลายทาง คือ

1) ช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเต็มที่ทำให้ประสบการณ์ที่มีอยู่มีความหมายมากกว่าเดิมแม้เรียนได้น้อยกว่าก็จริง แต่เรียนรู้ได้มากกว่าและมีค่ามากกว่า

2) ทักษะในการเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาจะคงอยู่โดยไม่ลืมได้ง่าย เพราะสอนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3) สามารถนำทักษะในการเรียนรู้ด้วยตัวเองไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างดี

4) ส่วนหนึ่งของหลักสูตรที่เรียนไม่จบสามารถให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตัวเองได้

4.4 ผู้สอนให้เวลาผู้เรียนในการคิดหาคำตอบ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ และให้โอกาส ผู้เรียนได้คิดด้วยตัวเองให้มากที่สุด ไม่ใช่ช่วยผู้เรียนตอบเสียเอง

4.5 ผู้สอนจะต้องจัดสถานการณ์แวดล้อมยั่วยุผู้เรียนให้อยากเรียน โดยการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนสนใจและตั้งใจเรียน ไม่ใช่เป็นการบีบบังคับซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี

สมคิด สร้อยน้ำ (2542, หน้า:176) ได้กล่าวถึงบทบาทผู้สอนในการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้ดังนี้

1) ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้แนะแนวทางคอยช่วยเหลือผู้เรียนในการสร้างสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

2) ผู้สอนจะต้องส่งเสริมผู้เรียนให้รู้จักคิดหาความจริงและแก้ปัญหาด้วยตนเอง

3) ใช้คำถามและคำตอบเป็นสื่อสำคัญในการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็น และแก้ปัญหาได้

4) ผู้สอนจะต้องมีทักษะในการถาม เช่น จะต้องรู้ว่าถามอย่างไรผู้เรียนจึงจะเกิดความรู้ความจำ ความคิด หรือความเข้าใจ เป็นต้น

5) ผู้สอนให้เวลาผู้เรียนในการคิดหาคำตอบ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ และให้โอกาส ผู้เรียนได้คิดด้วยตัวเองให้มากที่สุด ไม่ใช่ช่วยผู้เรียนตอบเสียเอง

6) ผู้สอนจะต้องจัดสถานการณ์แวดล้อมยั่วยุผู้เรียนให้อยากเรียน โดยการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนสนใจและตั้งใจเรียน ไม่ใช่เป็นการบีบบังคับซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี

จากการศึกษาบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้สรุปได้ว่า บทบาทของผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะสืบค้นความรู้ มีดังนี้

1) ผู้สอนเป็นผู้สร้างสถานการณ์ของปัญหาที่เป็นรูปธรรม เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย และสนใจอยากที่จะค้นหาคำตอบของปัญหา

2) ผู้สอนเป็นผู้ป้อนคำถาม เพื่อชี้แนะให้ผู้เรียนเกิดความคิดในการค้นคว้าหาคำตอบของปัญหา

3) ผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดจนการวางแผน กำหนดวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4) ผู้สอนต้องมีทักษะในการใช้คำถาม เพื่อถามให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความจำ ความคิดหรือความเข้าใจ

5) ผู้สอนจะต้องคอยแนะนำ และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิด ในการค้นหาคำตอบและการแก้ปัญหา ดังตัวอย่างในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 บทบาทของผู้สอนในการเรียนการสอนแบบ Inquiry cycle

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ผู้สอนดำเนินการ	
	สอดคล้องกับ Inquiry cycle	**ไม่สอดคล้องกับ** Inquiry cycle
1. **การสร้างความสนใจ** (Engagement)	- สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด - ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้ หรือความคิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอด หรือเนื้อหาสาระ	- อธิบายความคิดรวบยอด - ให้คำจำกัดความและคำตอบ - สรุปประเด็นให้ - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บรรยาย
2. **การสำรวจและค้นหา** (Exploration)	- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน - ให้เวลานักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่างๆ - ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน	- เตรียมคำตอบไว้ให้ - บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา - นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ผู้สอนดำเนินการ	
	สอดคล้องกับ Inquiry cycle	**ไม่สอดคล้องกับ** Inquiry cycle
3. **การอธิบายและลงข้อสรุป** (Explanation)	- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด หรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง - ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด	- ยอมรับคำอธิบายโดยไม่มีหลักฐานหรือให้เหตุผลประกอบ - ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน - แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิดหรือความคิดรวบยอดหรือทักษะ
4. **การขยายความรู้** (Elaboration)	- คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความและการอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ - ให้นักเรียนอธิบายอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้างหรือได้แนวคิดอะไร (ที่จะนำกลวิธีจากการสำรวจตรวจสอบครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้)	- ให้คำตอบที่ชัดเจน - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ใช้เวลามากในการบรรยาย - นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน - อธิบายวิธีการแก้ปัญหา

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ผู้สอนดำเนินการ	
	สอดคล้องกับ Inquiry cycle	**ไม่สอดคล้องกับ** Inquiry cycle
5. **การประเมินผล** (Evaluate)	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิด หรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้น และจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร	- ทดสอบคำนิยามศัพท์ และข้อเท็จจริง - ให้แนวคิดหรือความคิดรวบยอดใหม่ - ทำให้คลุมเครือ - ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือทักษะ

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

ตารางที่ 2 บทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอนแบบ Inquiry cycle

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนปฏิบัติ	
	สอดคล้องกับ Inquiry cycle	**ไม่สอดคล้องกับ** Inquiry cycle
1. **การสร้างความสนใจ** (Engagement)	- ถามคำถาม เช่น ทำไมสิ่งนี้จึงเกิดขึ้น ฉันได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้ - แสดงความสนใจ	- ถามหาคำตอบที่ถูก - ตอบเฉพาะคำตอบที่ถูก - ยืนยันคำตอบหรือคำอธิบาย - ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาเพียงวิธีเดียว

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนปฏิบัติ	
	สอดคล้องกับ Inquiry cycle	**ไม่สอดคล้องกับ** Inquiry cycle
2. **การสำรวจและค้นหา** (Exploration)	- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม - ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่นๆ - บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุป	- ให้คนอื่นคิดและสำรวจตรวจสอบ - ทำงานเพียงลำพังโดยมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นน้อยมาก - ปฏิบัติอย่างสับสน ไม่มีเป้าหมายที่ชัดเจน - เมื่อแก้ปัญหาได้แล้วก็ไม่คิดต่อ
3. **การอธิบายและลงข้อสรุป** (Explanation)	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ - ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้สอนอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย	- อธิบายโดยไม่มีการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม - ยกตัวอย่างและประสบการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกัน - ยอมรับคำอธิบายโดยไม่ให้เหตุผล - ไม่สนใจคำอธิบายของคนอื่น ซึ่งมีเหตุผลพอที่จะเชื่อถือได้
4. **การขยายความรู้** (Elaboration)	- นำข้อมูลที่ได้จากแผนภาพ คำจัดกัดความ คำอธิบายและทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหา ตัดสินใจ และออกแบบการทดลอง - ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ	- ปฏิบัติโดยไม่มีเป้าหมายชัดเจน - ไม่สนใจข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่ - อธิบายเหมือนกับที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้หรือกำหนดให้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนปฏิบัติ	
	สอดคล้องกับ Inquiry cycle	**ไม่สอดคล้องกับ** Inquiry cycle
	- บันทึกการสังเกตและอธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อนๆ	
5. **การประเมินผล** (Evaluation)	- ตอบคำถามปลายปิด โดยใช้การสังเกตหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว - แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ - ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง - ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป	- ลงข้อสรุปโดยปราศจากหลักฐานหรือคำอธิบายที่เป็นที่ยอมรับมาแล้ว - ตอบแต่เพียงว่าถูกหรือผิด และอธิบายให้จำกัดความโดยใช้ความจำ - ไม่สามารถอธิบายเพื่อแสดงความพอใจด้วยคำพูดของตนเอง

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

การเรียนรู้แบบสืบค้นความรู้กับกระบวนการวิจัย

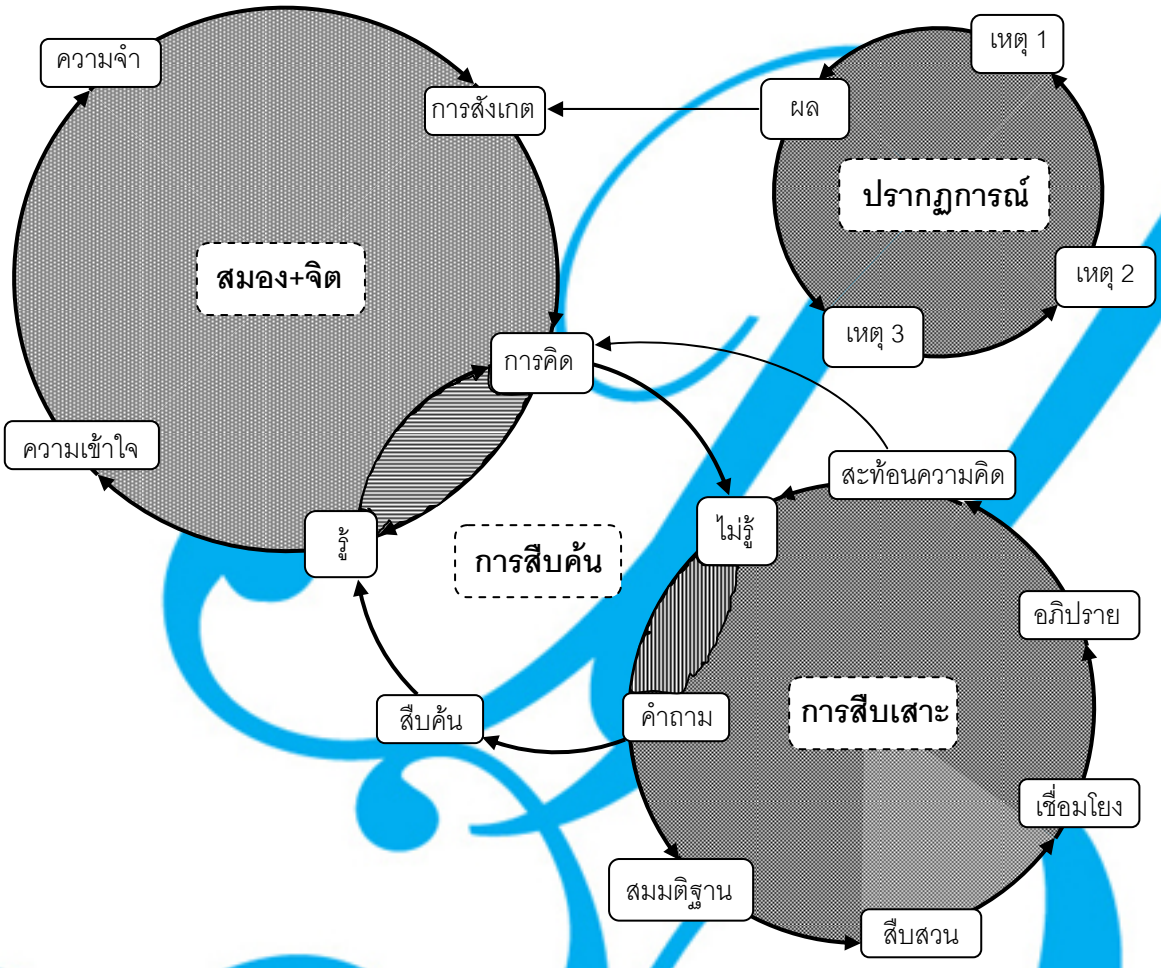
1. กระบวนการสืบค้นความรู้กับการทำงานของสมองและจิต

หลักการสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบค้นความรู้ เป็นการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากการตั้งคำถาม แล้วให้ผู้เรียนสร้างแผนการเรียนรู้ หรือกำหนดทางเลือกในการอธิบายสิ่งที่ปรากฏด้วยวิธีการที่หลากหลาย และการให้น้ำหนัก ความน่าเชื่อถือจากหลักฐานที่ปรากฏ โดยคำถามที่เกิดขึ้น อาจเกิดจากผู้เรียนตั้งขึ้นเองด้วยความอยากรู้ หรือผู้สอนเป็นผู้ชักนำให้เกิดคำถาม ที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากผู้เรียนตั้งเองด้วยความอยากรู้ หรือผู้สอนเป็นผู้ชักนำให้เกิดคำถาม หากประมวลภาพความคิดในสมองแล้ว ยังไม่พบคำตอบ หรือต้องการคำตอบเพิ่มเติม ก็สามารถตั้งคำถาม หรือสามารถกำหนดขอบเขตของสิ่งที่ต้องการศึกษา โดยใช้ทักษะการอ่าน เขียน สอบถาม หรือจดบันทึก ทั้งในทางทฤษฎี หรือข้อมูลอื่น

ถ้าประสบการณ์จากการอ่าน และคิด ไม่สามารถสร้างความเข้าใจได้ หรือยังคงสงสัย หรือมีคำถามอยู่ จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนรู้ต้องเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ในรูปแบบการทดสอบทำด้วยตนเองโดยนำเอาคำถามหรือข้อสงสัยนั้นๆ มาคิดประมวลสร้างภาพรวม แล้วคาดเดาคำตอบ หรือตั้งสมมติฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้ จากนั้นจึงกำหนดวิธีการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับสมมติฐาน และความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ทำการทดสอบ / สอบสวน ให้เห็นโดยปราศจากอคติ และเก็บข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง นำมาเชื่อมโยงอธิบายให้เกิดความเข้าใจอย่างเป็นกระบวนการ กำหนดหลักทฤษฎี ที่น่าจำเป็นไปได้ ทำการอภิปรายไปตามเหตุผลร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้และเปลี่ยนมุมมองเพื่อให้เกิดมุมมองความถูกต้องมากขึ้น

ท้ายที่สุดแล้วสิ่งที่ผ่านการกลั้นกรองด้วยกระบวนการขั้นต้น ก็นำมาสะท้อนกลับไปหาคำตอบที่ตั้งไว้ว่าเราได้รับคำตอบที่ตรงตามคำถามแล้วหรือยัง หากตอบได้ก็บรรลุผล แต่หากตอบไม่ได้ หรือตอบได้แล้วแต่ยังมีข้อสงสัยเพิ่มขึ้น ก็จะต้องหมุนวนกลับไปสู่กระบวนการซ้ำอีกครั้ง

ความรู้ (คำตอบ) ที่ได้จากการเรียนรู้ ก็จะถูกส่งไป สร้างความเข้าใจในภาพรวม และบันทึกในสมองในรูปความจำ เป็นประสบการณ์สำหรับนำไปใช้ ในชีวิตหรือการเรียนรู้ในครั้งต่อๆ ไป ความรู้เหล่านี้ จะถูกเรียกใช้อีกครั้งเมื่อเริ่มต้นการเรียนรู้ ในรอบต่อไป เพื่อนำเอาความรู้ไปตอบคำถามในการเรียนรู้ กระบวนการต่างๆ ให้เกิดความเข้าใจ หรือใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ให้เกิดความเข้าใจ หรือใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ เช่น การแก้ไขปัญหาชุมชน วนเป็นวัฏจักรไม่รู้จักจบสิ้นจนกว่ามนุษย์จะมีความรู้ครอบคลุมตามที่ตนเองต้องการ



ภาพที่ 5 การเชื่อมโยงของการสืบค้นความรู้การทำงานของสมองและจิต และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ

ที่มา : (สมชาย ธนสินชยกุล, 2549, หน้า 32)

2. **การค้นหาความรู้โดยวิธีการวิจัย**

การวิจัย (Research) ได้ถูกให้ความหมายไว้หลายแบบและหลากหลาย ขึ้นอยู่กับมุมมองในวัตถุประสงค์ของการวิจัยของแต่ละศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามความหมายเหล่านั้นก็ยังมีความสอดคล้องกัน ดังเช่น

- การวิจัย หมายถึง การหาแล้วหาอีกจนกระทั่งมั่นใจได้ว่า ได้ข้อเท็จจริงในเรื่องนั้นจนถี่ถ้วน

● การวิจัย หมายถึง การศึกษาค้นคว้าข้อเท็จจริง และความรู้ใหม่ โดยมีระเบียบแบบแผนและจุดมุ่งหมายที่แน่นอน

● การวิจัย หมายถึง การศึกษาหาความรู้โดยใช้วิธีการที่ยอมรับของศาสตร์ในสาขานั้นๆ เพื่อให้ได้รับคำตอบมาสร้างทฤษฎี และแนวความคิดใหม่

● การวิจัย หมายถึงการแสวงหาความรู้ใหม่ๆ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆโดยอาศัยวิธีทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) หรือวิถีแห่งปัญญา (Intellectual method)

● การวิจัย หมายถึง กระบวนการที่ใช้แก้ไขปัญหา โดยผ่านการวางแผน การเก็บรวบรวม การวิเคราะห์ การอรรถาธิบายข้อมูลอย่างมีระบบ (Systematic)

จากความหมายที่ได้กล่าวแล้วสามารถสรุปได้ว่า การวิจัยนั้นจะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปร (Variables) เพื่อนำความจริงที่ค้นพบไปเผยแพร่ต่อไปตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นการสืบสวนหาข้อเท็จจริงของสมมติฐานที่จะต้องพิสูจน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่คาดหวังหรือสมมติไว้ ระหว่างปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างมีระบบมีการควบคุม มีกฎเกณฑ์และพินิจพิเคราะห์ ดังตัวอย่างในภาพที่ 6

การวิจัยจะประกอบด้วยลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ คือ

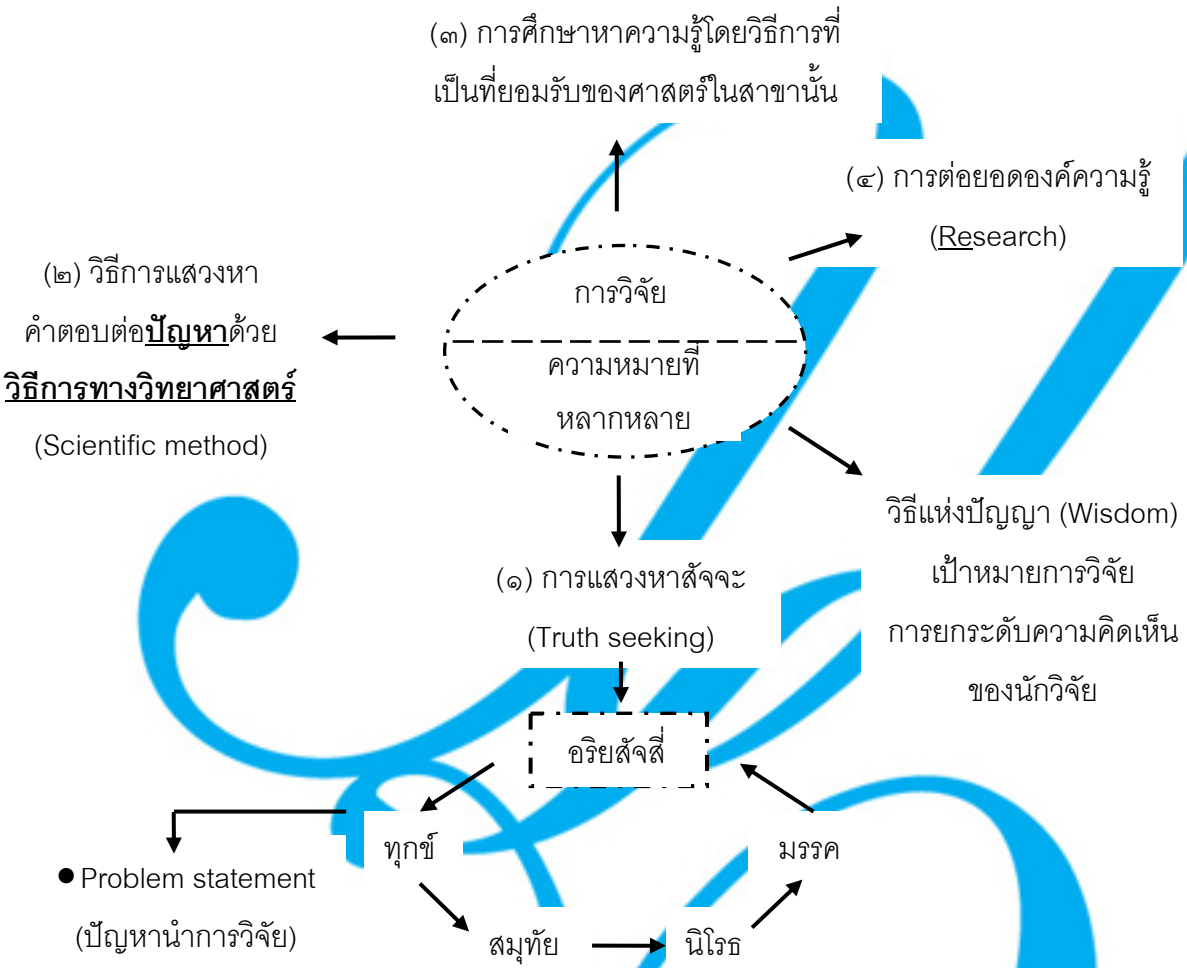
1.1 เป็นการศึกษาค้นคว้าหาข้อเท็จจริง ที่สามารถทดสอบซ้ำได้

1.2 เป็นการกระทำที่มีระเบียบแบบแผนที่แน่นอน

1.3 เป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมายที่แน่นอน

การดำเนินการวิจัยจึงต้องผ่านกระบวนการต่างๆ ตั้งแต่การกำหนดปัญหาในการวิจัย จนกระทั่งสรุปหรือรายงานผลการวิจัย เพื่อให้ได้ข้อความรู้ที่เชื่อถือได้

ปัญหาการวิจัย ⋯⋯(กระบวนการ)⋯⋯▶ ข้อความรู้อย่างเป็นระบบ



ภาพที่ 6 แผนผังแสดงความหมายของการวิจัย

3. การนิรนัย และการอุปนัยในการสืบค้นความรู้

การนิรนัย (Deductive) หรือการพิจารณาด้วยเหตุผล ในการวิจัย คือการพิจารณาสรุปจากความรู้ต่างๆ ที่ต้องการ (Knowledge inquiry) ซึ่งอาจจะได้รับจากงานวิจัยตำรา ความจริง (Facts) ทฤษฎี (Theories) หรือปรากฏการณ์ (Phenomena) ที่ได้ประสบหรือได้ศึกษาเพิ่มเติมโดยวิธีใดๆ ก็ตามด้วยเหตุผลเพื่อสรุปให้สิ่งต่างๆ เหล่านั้นแคบลง และทำให้เราได้พบกับปัญหาที่ต้องการศึกษา (Research problem) ได้ เปรียบเสมือนรูปกรวยหงาย และความรู้ที่ต้องหามาก่อนนั้นจะมีผู้ศึกษาและมีอยู่ทั่วไป เปรียบเสมือนปากกรวย เมื่อมีการกำหนดให้แคบลง เพื่อจะศึกษาในสิ่งนั้น ก็เปรียบเสมือนก้นกรวยที่จะแคบลงไปเรื่อยๆ

ในการวิจัยโดยทั่วไปก็มักจะแบ่งเป็นบท หรือตอน ตามระเบียบวิธีการวิจัยการนิรนัยนี้จะเกี่ยวข้องตั้งแต่บทนำ ซึ่งในบทนำนี้จะเป็นบท หรือตอน ตามระเบียบวิธีการวิจัย การนิรนัยนี้

จะเกี่ยวข้องกับการโน้มน้าวเข้าสู่ปัญหาที่จะต้องศึกษาเป็นต้นไป โดยทั่วไปจะกล่าวถึง บริบทของปัญหา (Context of the problem) เพื่อที่จะให้เข้าใจว่ามีความเป็นมาอย่างไร มีรายละเอียดอย่างไร เกิดปัญหาอะไร หากไม่ทราบคำตอบของปัญหานั้นจะก่อให้เกิดผลอย่างไร หรือมีความสำคัญอย่างไร (Significance of the problem) มีการตั้งคำถาม (Research problem) ขึ้นมาเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดปัญหาในการวิจัย (Research problem หรือ Statement of the problem) ต่อไป

เมื่อกำหนดปัญหาวิจัยได้แล้ว ว่าต้องการทราบคำตอบอะไรบ้าง สิ่งที่ต้องการคำตอบนั้นจะถูกนำไปเป็นแนวทางในการกำหนดวัตถุประสงค์ในการวิจัย (Research objectives) เพื่อให้ได้คำตอบมาตอบปัญหาที่ต้องการรู้นั่นเอง ในการวิจัยโดยทั่วไปจะระบุขอบเขต (Scope) ข้อจำกัด (Limitation) หรือข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) ในการวิจัยเพื่อให้เห็นว่าการวิจัยนั้น มีกรอบหรือกำหนดขอบเขตครอบคลุมไปถึงอะไรบ้าง มีอะไรบ้างที่มาทำให้การวิจัยอาจถูกจำกัดหรือไม่ได้ผลดีเท่าที่ควรหรือมีตัวแปรอะไรบ้างที่จะต้องตกลงไว้ก่อนล่วงหน้าว่าการวิจัยไม่ได้ครอบคลุมไปถึง ซึ่งอาจจะมีผลต่อการวิจัยของเราได้เป็นการตกลงกันไว้ก่อนนั่นเอง ซึ่งรายละเอียดจะได้กล่าวในบทต่อไป

การตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Review of related literature) จะเป็นบทสำคัญอย่างยิ่งในการวิจัย เพื่อประโยชน์ในการ Deductive รายละเอียดของความรู้และข้อมูลต่างๆ เป็นการตรวจเอกสารที่เกี่ยวกับเรื่องที่ทำการวิจัยเท่านั้น ไม่ว่าจะเป็นความรู้ ที่ได้จากตำรางานวิจัย ประสบการณ์ สัมภาษณ์ ทฤษฎี โมเดล หรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์

ในการลงสรุปถึงปัญหาที่จะต้องศึกษาวิจัย หรือเพื่อให้ได้มาซึ่งโมเดลและกรอบแนวคิดของทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กรอบแนวคิดที่จะทำการวิจัย (Conceptual framework) ต่อไป และยังเป็นแนวทาง (Direction) ในการกำหนดสมมติฐานการวิจัย (Research hypothesis/hypotheses) อีกด้วย การนิยามศัพท์ (Definition of terms) หรือตัวแปร (Variables) ที่เกี่ยวข้องก็จะได้แนวทางมาจากการตรวจเอกสารนั่นเอง

ส่วนการอุปนัย หรือการพิสูจน์ด้วยเหตุผล หรือ Inductive ในการวิจัย ซึ่งมีรูปเป็นกรวยคว่ำ ซึ่งจะเป็นการเริ่มต้นค้นหาคำตอบเพื่อนำไปอธิบายปรากฏการณ์ (Phenomena) ตามปัญหาที่ผู้วิจัยต้องการทราบคำตอบ โดยจะเริ่มตั้งแต่การกำหนดระเบียบวิธีที่จะทำการวิจัย (Research methodology) ต่อไป ประกอบไปด้วยการกำหนดถึงสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.1 สถานที่ที่จะดำเนินการวิจัย (Location of the study) เพื่อระบุสถานที่และเหตุผลที่จะต้องศึกษา

3.2 สิ่งที่ทดลอง หรือตำรับทดลอง (Treatment) ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง (Population and sampling procedure) แสดงให้เห็นถึงจำนวนประชากร และวิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวอย่าง (Sample) ที่จะเป็นตัวแทนที่จะอธิบายลักษณะของประชากรทั้งหมดได้

3.3 เครื่องมือในการวิจัย (Research instrument) เพื่อแสดงถึงเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสม และถูกต้องกับลักษณะของข้อมูล

3.4 การวัดค่าตัวแปร (Variables measurement) เพื่อแสดงให้เห็นถึงการได้มาซึ่งข้อมูลที่จะต้องการวัดว่าได้มาอย่างไร มีการคำนวณค่าออกมาอย่างไร มีหน่วยวัดอะไรบ้าง

3.5 การวางแผนการทดลอง (Experimental design) เพื่อแสดงว่าจะมีการวางแผนการทดลองแบบใด

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) เพื่อแสดงว่าจะมีวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร ใช้สถิติอะไร เหมาะสมกับมาตรวัดของตัวแปรแต่ละตัวหรือไม่ และ

3.7 ระยะเวลาที่จะดำเนินการวิจัย (Research duration) เพื่อแสดงเงื่อนไขของเวลาที่จะดำเนินการแต่ละขั้นตอน

ผลการวิจัย (Research finding) เป็นอีกบทหนึ่งที่ขยายผลของการศึกษาในประเด็นต่างๆ เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ๆ และนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ปกติแล้วจะประกอบด้วยส่วนของผลการวิจัยและวิจารณ์ (Results and discussion) เพื่อแสดงผลการวิจัยที่ได้ศึกษาว่ามีอะไร อย่างไร เมื่อไร เป็นต้น รวมถึงการวิจารณ์ในสิ่งที่ได้รับจากการวิจัยนั้น

การสรุปผลของการทดสอบสมมติฐาน (Hypotheses testing) จะมีหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับการวิจัยนั้นมีการตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ โดยทั่วไปงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์กายภาพมักไม่มีการตั้งสมมติฐานเป็นรูปธรรม เพราะวัตถุประสงค์ของการวิจัยจะครอบคลุมถึงสมมติฐานของการวิจัยด้วยบทสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ซึ่งจะเป็นการสรุปผลการวิจัยให้เห็นชัดขึ้น อภิปรายผลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยที่ได้รับและข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป (Recommendation for further study) เพื่อชี้แนะให้ผู้ที่จะศึกษาต่อไปว่าสมควรจะศึกษาในประเด็นใด หรืออย่างไร เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่เป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น แล้วนำไปตอบคำถามในการเรียนรู้ กระบวนการต่างๆ ให้เกิดความเข้าใจ หรือใช้ประโยชน์

ในรูปแบบต่างๆ ให้เกิดความเข้าใจ หรือใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ เช่นการแก้ไขปัญหาชุมชน วน เป็นวัฏจักรไม่รู้จักจบสิ้นจนกว่ามนุษย์จะมีความรู้ครอบคลุมตามที่ตนเองต้องการ

การสืบค้นความรู้กับปฏิบัติการงานวิจัย

สมชาย ธนสินชยกุล (2549) ได้เสนอแนวทางการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาสังเคราะห์ร่วมกับการสืบค้นความรู้ดังนี้

1. **การเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้**

1.1 ความพร้อมของผู้เรียนรู้ ความพร้อมอาจจำแนกออกได้เป็น

1) ความอยากรู้ ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่เกิดภายในผู้เรียนรู้เอง ดังนั้น ผู้เรียนต้องสร้างความอยากรู้ให้เกิดก่อน หากไม่สามารถสร้างเองได้ ผู้สอนจำเป็นต้องกระตุ้นให้เกิดแรงปรารถนาให้เกิดขึ้นให้ได้ จึงจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยอาจเลือกวิธีการสอนและสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน การพูดชักจูง หรือปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะกับลักษณะนิสัยการเรียนรู้ของผู้เรียน

2) สมาธิ หมายถึง อาการที่ใจตั้งมั่นอยู่กับสิ่งเดียวอย่างต่อเนื่อง เป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้อย่างยิ่ง เนื่องจากการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการต้องเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่อง

3) เป้าหมายและขอบเขต ผู้เรียนรู้ต้องทราบเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ หรือความต้องการของตนเอง เพื่อเป็นสิ่งกำหนดทิศทางของการเรียนรู้ รวมถึงสามารถเรียนรู้ให้ตรงประเด็นไม่ออกนอกเส้นทางมากเกินไป เป้าหมายเป็นสิ่งที่ค่อยควบคุมความอยากรู้ให้อยู่ในขอบเขตที่พอเหมาะแก่เวลาและบุคคลไม่ให้มากจนเกิดไปจนใช้เวลาและทรัยพากรอื่นๆ มากเกินไป และไม่สามารถสรุปบทเรียนตามที่ตั้งใจเรียนรู้ได้

4) ฐานความรู้เดิม หมายถึง ความรู้ของผู้เรียนที่ ผ่านการฝึกฝนมาก่อน และจดจำไว้ในสมองความรู้ที่มีอยู่เดิมเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้นั้นๆ ก็มีความจำเป็นต่อการมองปัญหา และทำความเข้าใจให้เกิดความคิดรวมยอด หากยังผู้เรียนไม่มีความรู้พื้นฐาน อาจเกิดความเข้าใจได้ช้า ดังนั้นในการเตรียมความพร้อมผู้เรียนยังขาดความรู้ก็จำเป็นต้องหาความรู้เพิ่มเติมที่มีการเรียบเรียงหรือบันทึกไว้ นำมาอ้างอิงให้ความเข้าใจปัญหา หรือธรรมชาติของสิ่งที่ศึกษาให้เกิดแนวคิดพื้นฐาน จากนั้นจึงวางแผนในการเรียนรู้เป็นขั้นตอนต่อไป

5) ความคิดรวบยอด หมายถึง ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นการมองภาพรวม ในประเด็นให้เกิดความเชื่อมโยง เป็นระบบ ซึ่งช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ อันจะนำไปสู่ความเข้าใจในเชิงหลักการ และสร้างแผนในการเรียนรู้ที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

1.2 ความพร้อมของสภาพแวดล้อม หมายถึง บรรยากาศในการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้รวมถึงความเหมาะสมของสถานที่

1.3 ความพร้อมทางกายภาพของผู้เรียน ได้แก่ ความสมบูรณ์ของร่างกาย และสมอง บุคคลหากขาดสุขภาพที่ดี หรือมีสมองไม่สมบูรณ์ ก็ย่อมขาดความพร้อมในการเรียนรู้

2. การสร้างความคิดรวบยอดในการมองปัญหาก่อนการเรียนรู้

ผู้เรียนรู้ต้องทราบแนวคิด (ความคิดรวบยอด หรือ Concept) ที่ชัดเจนก่อน หมายความว่าผู้เรียนต้องมีฐานความรู้ในเชิงโครงสร้างก่อนว่าสิ่งที่ต้องการเรียนนั้นมีองค์ประกอบอย่างไร เชื่อมโยงกับปัจจัยใดบ้าง รวมถึงเข้าใจการเปลี่ยนแปลงเบื้องต้น จึงจะสามารถกำหนดเลือกกระบวนการจัดการที่เหมาะสมกับตนเอง และสร้างความคิดรวบยอดได้ เช่น ผู้เรียนมีความสนใจเรื่อง การจัดการขยะ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะ อาทิ การแยกขยะ การเก็บขน การนำกลับมาใช้ใหม่ธุรกิจการซื้อขายขยะ ผู้เรียนควรรู้พื้นฐานว่ามีฐานความรู้ใดบ้างที่จะสนับสนุนในการเรียน และหากต้องการเรียนรู้ ก็ควรเลือกเรียนรู้กระบวนการพื้นฐานส่วนกระบวนการที่ซับซ้อนค่อยเรียนรู้เมื่อมีความเข้าใจสิ่งที่เป็นพื้นฐานแล้ว การสร้างความคิดรวบยอดนั้นสามารถทำได้ โดยกระบวนการความคิดดังนี้

2.1 การสังเกต

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสต่างๆ ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น กาย ในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งในรูปปรากฏการณ์ต่าง ในธรรมชาติ เช่น การเจริญเติบโตของต้นข้าว การระเหยของน้ำ และพฤติกรรมต่างๆ เช่น การอพยพของนก พฤติกรรมต่างๆ ของมนุษย์ โดยทำอย่างตั้งใจ เพื่อนำข้อมูลมาประกอบความคิดหรือการตัดสินใจ การสังเกตเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นอย่างยิ่งของนักวิทยาศาสตร์ รวมถึงนักเรียนรู้

เนื่องจากการสังเกตเป็นประตูสู่การเรียนรู้ข้อมูลต่างๆ ต้องผ่านทางประสาทสัมผัสต่างๆ เข้าสู่สมองอย่างต่อเนื่อง จึงจะเกิดความคิดเชื่อมโยงขึ้น

2.2 การหาสาเหตุปัจจัยและลำดับขั้นตอนของกระบวนการ ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนรู้ต้องวิเคราะห์โดยใช้หลักของความเป็นเหตุเป็นผลซึ่งเป็นคุณสมบัติของนักวิทยาศาสตร์ มาคิด

เชื่อมโยงโดยใช้ฐานความรู้เดิม หรือการเฝ้าสังเกตการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยแวดล้อมต่างๆ การต้องการเข้าใจความเปลี่ยนแปลงนั้นต้องสืบไปเหตุที่ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงนั้นๆ วิธีความคิดให้เข้าใจการเชื่อมโยงของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการเชื่อมโยงข้อมูลจากการสังเกตมาคิดเชื่อมโยงให้เกิดความคิดรวบยอด และมองเห็นความเปลี่ยนแปลงและเหตุปัจจัยต่างๆ นั้น มีหลายอย่าง เช่น

1) แผนที่ความคิด (Mind mapping) หรือผังมโนทัศน์ เครื่องมือชนิดนี้นิยมใช้กันในแวดวงการศึกษา รวมถึงเวทีชาวบ้าน เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชั้นเรียน ผู้สอนมีการใช้ผังมโนทัศน์ในการเชื่อมโยงก่อนนำเข้าสู่สาระต่างๆ วิธีการในการสร้างแผนที่ความคิดนั้น สามารถทำได้โดย เลือกสิ่งที่สนใจหลักไว้เป็นประธานไว้ตรงกลาง รวบรวมข้อมูลจากการสังเกต แล้วลากเส้นจากตรงกลางออกไป นำสิ่งที่สังเกตได้ใส่ลงไปบนเส้นแขนง เรียบเรียงใหม่ให้เรียงจากใหญ่ไปหาย่อยๆ หรือให้สิ่งสำคัญที่สุดอยู่ชั้นใน สิ่งที่สำคัญน้อยกว่าอยู่ด้านนอก เชื่อมโยงด้วยเส้นแขนงย่อยๆ ในที่สุดแล้วแผนที่ความคิดจะช่วยยึดโยงสิ่งต่างๆ ให้เห็นภาพ และหากสามารถสร้างแผนภาพได้ละเอียดเมื่อสร้างเสร็จจะมองเห็นขอบเขตของการเรียนรู้ที่ชัดเจนว่าผู้เรียนจะต้องเข้าไปสืบค้นความรู้ และสืบเสาะในรายละเอียดข้อมูลใดบ้าง

2) แผนผังลำดับขั้นตอนของกระบวนการ เป็นการเชื่อมโยงขั้นตอนต่างๆ ให้เรียงลำดับไปตามเหตุการณ์หรือเวลา ผู้เรียนรู้สามารถเขียนได้ โดยรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต เริ่มเขียนแผนผังโดยเริ่มต้นจากการนำเอาผลที่เกิดจากกระบวนการ สืบสาวกลับไปหาเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อน ทำเรื่อยไปจนกระทั่งถึงเหตุการณ์แรก เช่น ขั้นตอนการผลิต EM ก็เริ่มต้นจาก EM ไปหาแต่ละขั้นตอนย้อนลำดับกลับไปหาต้นตอ จนถึงเศษพืชที่นำมาผลิต หรือกรณีวงชีวิตของแมลง ก็อาจเริ่มต้นจากตัวแมลงที่มองเห็น สืบย้อนกลับไปหารูปร่างที่เกิดก่อนหน้า ไปจนถึงจุดเริ่มต้น (จากตัวเต็มวัย ← ดักแด้ ← หนอน ← ไข่) เป็นต้น จากนั้นจึงพิจารณาในแต่ละขั้นย่อยว่าความเปลี่ยนแปลงเกิดจากเหตุปัจจัยใด และให้ผลใดบ้าง เพื่อนำไปเป็นประเด็นย่อยในการสร้างแผนการเรียนรู้เก็บข้อมูลให้เห็นการเปลี่ยนแปลงต่อไป และเลือกใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะในแบบนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเหมาะสมสำหรับการเรียนรู้โดยใช้วิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้

3. กระบวนการสืบค้นความรู้

3.1 การตั้งคำถาม (Ask/Engagement)

การตั้งคำถาม เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติของผู้ต้องการจะเรียนรู้ เกิดขึ้นตั้งแต่ในวัยเด็กที่เริ่มสนใจสิ่งรอบตัว และพูดได้ เมื่อผู้เรียนรู้สังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงมีความพร้อมแล้ว ก็สามารถเริ่มต้นกระบวนการสืบเสาะได้โดยเริ่มด้วยขั้นตอนการตั้งคำถามเพื่อจำกัดสิ่งที่สนใจให้อยู่ในเฉพาะขอบเขตที่เลือกไว้ และสื่อนำไปสู่การสืบสวนให้ได้ข้อเท็จจริงต่อไป

เทคนิคการตั้งคำถามให้เกิดการเรียนรู้เป็นกระบวนการ การเรียนรู้แบบสืบเสาะนั้น ผู้เรียนรู้ต้องตั้งคำถามเพื่อชักนำให้เกิดกิจกรรมในการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา ดังนั้นลักษณะคำถามจึงมีผลต่อองค์ความรู้ที่ได้มา หากพิจารณาโดยยึดหลักการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการ ลักษณะคำถามสามารถจำแนกออกไปเป็นกลุ่ม ได้แก่

1) คำถามปลายเปิด (Open question) หมายถึง คำถามผู้ที่ตอบคำถามไม่มีอิสระในการตอบคำถาม โดยส่วนมากมักเป็นคำถามที่ต้องตอบว่า **ใช่หรือไม่ใช่** คำถามชนิดนี้เหมาะสำหรับการตัดสินใจเลือกเส้นทางในการเรียนรู้

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบกระบวนการสืบค้นความรู้แบบนักวิทยาศาสตร์ และกระบวนการวิจัย

การสืบเสาะแบบนักวิทยาศาสตร์	กระบวนการวิจัย
1. **การตั้งคำถาม** (Ask/Engagement) ผู้เรียนรู้ตั้งคำถามปลายเปิดด้วยตนเอง โดยเน้นสิ่งที่สนใจ และคิดอย่างเป็นกระบวนการ	1. **ขั้นตั้งปัญหา** (Problem statement) ผู้สอนหรือผู้นำการเรียนรู้นำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้น
2. **การสืบสวน** (Investigation/Exploration) เริ่มจากการคาดเดาคำตอบ ออกแบบวิธีการเรียนรู้ เก็บข้อมูลเพื่อพิสูจน์ เน้นที่ทำด้วยตนเอง และการให้ความน่าเชื่อถือกับข้อมูลที่เป็นรูปธรรม	2. **ตั้งสมมติฐาน** (Hypothesis) ตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล
3. **การเชื่อมโยง** (Create/Explanation) รวบรวมข้อมูลนำมาเชื่อมโยงกัน ทำความเข้าใจความหมายของข้อมูลต่างๆ ตามฐานความรู้เดิมและสร้างสรรค์ความคิดใหม่ๆ รวมถึงความเห็น และทฤษฎีต่างๆ ที่อยู่นอกเหนือประสบการณ์เดิม	3. **เก็บรวบรวมข้อมูล** นำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่างๆ เช่น บรรยายสรุป

ตารางที่ 3 (ต่อ)

การสืบเสาะแบบนักวิทยาศาสตร์	กระบวนการวิจัย
4. **การอภิปราย** (Discuss/Elaboration) ผู้เรียนรู้แต่ละคนสามารถซักถามถึงรายละเอียดประสบการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มอย่างเป็นกัลยาณมิตร	4. **รวมรวบและวิเคราะห์ข้อมูล** นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม อธิบายสถานการณ์ แล้วเชื่อมโยงทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น
5. **การสะท้อนความคิด** (Reflect/Evaluation) ผู้เรียนรู้จะต้องทบทวนกระบวนการสืบค้นความรู้ที่ทำมาตั้งแต่ต้นอีกครั้งเพื่อพิจารณาว่าคำถามได้รับคำถามหรือไม่ จะต้องตั้งคำถามใหม่หรือไม่	5. **สรุป อภิปรายผล** ประเมินนักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด นำไปสู้การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ หรือเริ่มตั้งคำถามใหม่

2) คำถามกึ่งปลายเปิด (Semi open question) หมายถึง คำถามที่เปิดทางเลือกให้ตอบคำถามได้โดยอิสระ แต่อยู่ในขอบเขตที่จำกัด กล่าวคือ เมื่อสามารถตอบคำถามได้หลายคำตอบ แต่คำตอบเหล่านั้นมีอย่างจำกัด เป็นคำถามที่เมื่อหมดข้อสงสัยแล้ว อาจไม่เปิดช่องทางให้ตอบคำถามใหม่ๆ ที่สร้างการเรียนรู้ที่ดีได้ คำถามใน

3.2 การสืบสวน (Investigation/Exploration)

การสืบสวน หมายถึง การรวบรวมข้อมูล หลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถามที่ต้องการเรียนรู้ นำไปพิสูจน์ข้อเท็จจริงอย่างเป็นระบบ โดยขั้นตอนนี้จะเกิดขึ้นเมื่อได้คำถามแล้ว ผู้เรียนรู้ก็จะต้องทำการสืบสวนให้ได้ข้อเท็จจริงที่เป็นรูปธรรมให้ได้ มีขั้นตอนที่ต้องดำเนินการ ดังนี้

1) ก่อนเริ่มทำการสืบสวนนั้น ผู้เรียนรู้ควรลองคาดเดาคำตอบที่น่าจะเกิดขึ้นจากการลงมือเรียนรู้ (ตั้งสมมติฐาน) ก่อน เช่น น้ำสกัดจากใบโหระพา น่าจะใช้เป็นสารป้องกันแมลงได้ การคาดเดาคำตอบจะช่วยให้การเรียนรู้ มีทิศทางและมีเป้าหมายมากขึ้น รวมถึงสามารถออกแบบการทดลองหรือเก็บข้อมูลให้ตรงประเด็นได้ง่าย

2) กำหนดวิธีการเรียนรู้ ควรมีการวางแผนขั้นตอนการเรียนรู้เก็บข้อมูลให้เป็นระบบ วิธีการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น สอดคล้องไปกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น รวมถึงต้องมีดัชนีชี้วัดสำหรับ

เก็บข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ค่าอุณหภูมิ ความสูง ความยาว น้ำหนัก ฯลฯ ซึ่งเป็นข้อมูลเป็นตัวเลขที่ได้จากการชั่งตวงวัดด้วยเครื่องมือได้ และข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งเป็นข้อมูลในที่เป็นตัวอักษรหรือไม่สามารถระบุเชิงปริมาณได้โดยตรง เช่น ความคิดเห็นของผู้เรียน ข้อมูลบรรยายสภาพพื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้จะใช้ในการชี้วัดการเปลี่ยนแปลงของเหตุปัจจัยต่างๆ ในแต่ละขั้นตอน เช่น การศึกษาการเติบโตของต้นดาวเรือง กำหนดให้ ความสูง ขนาด และมวลชีวภาพ เป็นดัชนีชี้วัดการเติบโต โดยสุ่มวัดเก็บข้อมูลทุก 7 วัน เป็นต้น คุณสมบัติของดัชนีชี้วัดที่ดีนั้น จะต้องเป็นสิ่งที่สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของเหตุปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรงเป็นหลัก หรือตรงประเด็น (Relevance) เช่น ในการศึกษาเรื่องการหมัก น้ำ EM การเก็บข้อมูลเมื่อพิจารณาเห็นว่าการหมักเกิดจากการหายใจของจุลินทรีย์ ซึ่งกิจกรรมการหายใจของจุลินทรีย์นั้นขึ้นกับปัจจัยด้านสารอินทรีย์ (การเปลี่ยนรูปของสาร) ความร้อนที่เกิดจากการหายใจ รวมถึงกรดอินทรีย์ และก๊าซต่างๆ ดังนั้น ในการชี้วัดก็จะต้องกำหนดดัชนีที่บ่งชี้ถึงความเปลี่ยนแปลงแต่ละอย่าง ในส่วนของสารอินทรีย์ ก็ทำการวิเคราะห์มวลและสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบน้ำ EM ความร้อนที่เกิดจากการหายใจ ก็ทำการวัดอุณหภูมิ กรดอินทรีย์ก็ทำการวัดค่าพีเอช และวางแผนสุ่มเก็บข้อมูลแต่ละรายการตามขั้นตอนของกระบวนการ หากกระบวนการเกิดเร็วก็จะต้องเก็บตัวอย่างความถี่มาก

หากเกิดช้าก็เก็บข้อมูลที่มีความถี่น้อย แต่ที่สำคัญวิธีการต่างๆ ที่เลือกใช้ควรมีความถูกต้องน่าเชื่อถือ ไม่เช่นนั้น ข้อมูลที่ได้ก็ขาดความน่าเชื่อถือตามไปด้วย

1) เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ ที่จำเป็นในการเก็บข้อมูลและหลักให้พร้อม เช่น ปากกา นาฬิกา เครื่องมือวัด แบบบันทึก ขวดสำหรับใส่ตัวอย่าง เป็นต้น

2) การเก็บข้อมูล ควรกระทำอย่างมีจุดมุ่งหมาย โดยพิจารณาไปตามจุดประสงค์เรียนรู้ เป็นไปตามเหตุผล รวมถึงอยู่ในขอบเขตของกระบวนการที่ทำการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นเก็บข้อมูลในเชิงปริมาณ (ได้จากการชั่งตวงวัด) ประกอบทำการเก็บข้อมูลเรียงลำดับตามเหตุการณ์เวลา โดยข้อมูลที่เก็บควรได้มาจากตัวอย่างที่มีการกระจายในพื้นที่อย่างเหมาะสมและเพียงพอ เป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันก็ควรเก็บตัวอย่างหรือจดบันทึกข้อมูลในเวลาเดียวกัน ในการเก็บข้อมูลแต่ละจุด และแต่ละครั้ง ควรเก็บค่าซ้ำหลายๆ ครั้ง เมื่อศึกษาความคงที่ของข้อมูล

3.3 การคิดเชื่อมโยงอย่างสร้างสรรค์ (Create/Explanation)

ในขั้นตอนนี้ เป็นการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากขั้นตอนการสืบสวน หรืองานทดลอง นำมาเชื่อมโยงเพื่อทำความเข้าใจความหมายของข้อมูลต่างๆ นำไปสู่การใช้ความคิดสร้างสรรค์อย่างหลักแหลม ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ทำการเรียนรู้และสร้างสรรค์ความคิด ความเห็น

และทฤษฎีใหม่ๆ ที่อยู่เหนือประสบการณ์เดิมที่เคยผ่านมา โดยการวิเคราะห์และเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1) ลักษณะข้อมูลที่ได้จากการสืบสวน ข้อมูลที่ได้ควรมีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ ครบสมบูรณ์ มีความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย ไม่สับสน วกวน หรือมีข้อความกำกวมใดๆ และสอดคล้องตามแผนการเก็บข้อมูล รวมทั้งข้อมูลที่เก็บได้ควรมีทั้งข้อมูลในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ

2) ความพร้อมของผู้เรียนรู้ ทั้งในด้านฐานความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการทำความเข้าใจ และการสร้างความคิดรวบยอดในเรื่องที่เกี่ยวข้อง ฯลฯ รวมถึงมีทักษะในการจัดการข้อมูล ทำให้เกิดความชัดเจน เข้าใจง่าย

3) การจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลที่บันทึกได้จากการสังเกต ควรจัดเรียงข้อมูลแต่ละส่วนเป็นระบบโดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น การแจกแจงความถี่ การจัดจำแนก การจัดเรียงลำดับข้อมูล ฯลฯ นำมาประมวล แล้วเรียบเรียงลงในตารางเพื่อนำเสนอให้เข้าใจได้ง่าย

4) การนำเสนอข้อมูล ควรมีการเรียงเนื้อหาและข้อมูลลำดับความคิด และเป็นระเบียบ การเรียนรู้ควรนำเสนอด้วยข้อมูลที่สรุปให้กระชับ ไม่นำเสนอข้อมูลดิบที่เฟ้อ หรือสรุปสั้นเกินไป และเรียบเรียงได้ถูกต้องตรงตามโครงสร้างที่เป็นจริง และสอดคล้องกับกระบวนการ แล้วสื่อความหมายเข้าใจง่าย

5) การแปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูล ให้เกิดความเชื่อมโยง โดยตีความจากข้อมูลเชิงปริมาณ แปลผลและอธิบายไปสู่ความหมายที่มีนัยในเชิงคุณภาพ รวมการอธิบายเหตุผลไปตามหลักการที่ถูกต้อง มีความเป็นกลางในการพิจารณาและแปลความหมายข้อมูลบิดเบือนหรือใช้ความคิดเห็นของตนโดยปราศจากหลักฐานอ้างอิง

6) การคิดสร้างสรรค์คำตอบ และแสวงหาองค์ความรู้จากความหมายของข้อมูลในการเรียนรู้นั้นอาจพบความรู้ใหม่ๆ ได้ ผู้เรียนรู้ต้องนำคำตอบหรือข้อค้นพบไปเทียบกับหลักทฤษฎีสมมติฐานที่กำหนดไว้ หรือผลงานที่มีผู้เรียนรู้ไว้ก่อนหน้า แล้วคิดอย่างสร้างสรรค์ ทำการตอบคำถาม และสำรวจความรู้ที่ค้นพบเพื่อนำไปสู่ขั้นตอนต่อไป

3.4 การอภิปราย (Discussion/Elaboration)

การอภิปราย (Discussion) หมายถึง “การพูดจาหรือการปรึกษาหารือกัน” การพูดคุยแสดงความคิดเห็นกันของสมาชิกในกลุ่มที่เรียนรู้ร่วมกัน โดยทำการอภิปรายในประเด็นต่างๆ ในขอบเขตที่เกี่ยวข้องการเรียนรู้ตามคำถาม วิธีการสืบสวน ข้อสังเกตและข้อสังเกตต่างๆ

ที่ค้นพบ ข้อสรุป รวมถึงประสบการณ์ต่างๆ รวมไปถึงการนำเสนอความรู้หรือข้อมูลใหม่ที่เกี่ยวข้องด้วย

ในขั้นตอนนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนรู้ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์กับคนอื่นๆ โดยผู้เรียนรู้แต่ละคนสามารถซักถามถึงรายละเอียดประสบการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้ รวมถึงการสืบสวนเก็บข้อมูล และความคิดเห็นในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง การแลกเปลี่ยนเรียนรู้เป็นกระบวนการหนึ่งที่จะสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ได้ ทำได้โดยนำเอาวิธีการและข้อค้นพบจากการสืบสวน รวมถึงการเปรียบเทียบข้อสังเกต ข้ออภิปรายสรุป และประสบการณ์ต่างๆ มาร่วมการแลกเปลี่ยนกัน สิ่งที่กลุ่มควรพิจารณาร่วมกัน ได้แก่

1) ความถูกต้องแม่นยำ โดยพิจารณาในข้อมูลและเนื้อหาส่วนต่างๆ ว่ามีเก็บข้อมูลด้วยวิธีการที่ถูกต้องและการสรุปเรียบเรียงได้ถูกต้องตรงตามกระบวนการถูกต้อง และตรงตามความเป็นจริงหรือไม่ หากพบจุดบกพร่องควรทำการแก้ไข

2) ความน่าเชื่อถือ พิจารณาจากขั้นตอนการเก็บข้อมูลว่าทำถูกต้องหรือไม่ และมีความเบี่ยงเบนผิดพลาดมากน้อยเพียงใด และผลโดยรวมมีจุดบกพร่องหรือไม่ หากบกพร่องย่อมได้รับความน่าเชื่อถือมาก

3) ความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูล โดยพิจารณาโครงสร้างและรายละเอียดของข้อมูลว่าครอบคลุมตามกระบวนการ หรือขอบเขตที่กำหนดไว้หรือไม่ หากไม่ครบถ้วนควรมีแนวทางในการแก้ไขหรือดำเนินการอย่างไร

4) ความสอดคล้องของข้อมูลและความเห็น พิจารณาว่าข้อมูลที่ได้มีความสอดคล้องและมีเหตุผลเชื่อมโยง รวมถึงสอดคล้องกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

5) ความมีเหตุผล รายละเอียดของข้อมูลและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่ได้จากการเรียนควรมีเหตุผลเชื่อถือได้ ความเป็นจริง สามารถสรุปหาข้อสรุปที่ตรงตามคำถามหรือสมมติฐานที่กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้

ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มนั้น แต่ละคนควรนำเสนอความคิดเห็นของตนโดยยึดเป็นกัลยาณมิตร กล่าวคือยึดความเหมือนเป็นที่ตั้งก่อน จากนั้นจึงค่อยนำเสนอในแนวทางที่เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อกลุ่มหรือส่วนร่วมเป็นที่ตั้ง

3.5 การสะท้อนกลับไปหาจุดเริ่มต้น (Reflect)

การสะท้อนกลับไปหาจุดเริ่มต้น (Reflect) ในขั้นตอนนี้ ผู้เรียนรู้จะต้องทบทวนการสืบเสาะที่ทำมาตั้งแต่ต้นอีกครั้งเพื่อพิจารณาในประเด็น ดังนี้

1) คำถาม ผู้เรียนรู้จะต้องพิจารณามองย้อนกลับไปหาคำถามที่ตั้งไว้ ว่าเมื่อเรียนขั้นตอนนี้แล้วนั้น พิจารณาย้อนกลับไปสำรวจผลการเรียนรู้ในขั้นตอนต่างๆ แล้วหาบทสรุป เรียนรู้ตามคำถามที่ตั้งไว้ คำถามส่วนใดได้รับคำตอบกระจ่าง ส่วนใดไม่ได้รับความกระจ่าง ส่วนใดเป็นความรู้ใหม่ มีความน่าสนใจในการเรียนรู้เพิ่มเติม ซึ่งทั้งหมดประมวลแล้วสามารถตั้งคำถามรู้ต่อไปได้หรือไม่ หรือหากต้องการเรียนรู้ต่อจะตั้งคำถามนั้นว่าอย่างไร

2) ประเมินการพัฒนาองค์ความรู้ การเรียนรู้โดยทั่วไปนั้นเมื่อสามารถเรียนรู้จนได้ตอบแล้ว โดยธรรมชาติของการเรียนรู้ ผู้เรียนรู้มักจะได้รับความรู้มากกว่าคำตอบที่ต้องการเสมอระหว่างเส้นทาง ผู้เรียนรู้ได้ค้นพบและสังเกตสิ่งต่างๆ ซึ่งมักพบตลอดเส้นทาง ตลอดเวลา รวมต้องตัดสินใจว่าส่วนใดมีความเกี่ยวข้องกับคำถามที่ต้องการเรียนรู้ ส่วนใดไม่เกี่ยวข้องหรือเกี่ยวข้องแต่อยู่นอกประเด็นที่ตั้งไว้ สิ่งเหล่านี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการต่อยอดความรู้ให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและช่วยขยายขอบเขตของความรู้ให้กว้างออกไป รวมทั้งในแนวลึกด้วย เป็นประโยชน์ต่อการคำถามเพื่อการเรียนรู้ในรอบใหม่

3) ข้อผิดพลาดจากการเรียนรู้ ในการเรียนรู้ ผู้เรียนรู้ควรสังเกตและบันทึกตลอดถึงจุดบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ เมื่อถึงขั้นตอนนี้ก็เป็นการทบทวนกลับไปหาความผิดพลาดเหล่านั้น และพิจารณาหาสาเหตุ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขในการเรียนรู้ครั้งต่อไป เช่น การเก็บข้อมูล เกิดความผิดพลาดจากการเตรียมอุปกรณ์ไม่ครบ ไม่เพียงพอ ทำให้ข้อมูลไม่สมบูรณ์ ฯลฯ

4) ประเมินการพัฒนาตนเอง นอกจากในด้านองค์ความรู้ซึ่งตนเองได้รับความรู้เพิ่มแล้ว ผู้เรียนรู้ควรพิจารณาตนเองด้วย ว่าเมื่อผ่านการเรียนรู้แล้ว มีทักษะใดที่ได้รับการพัฒนาให้มีทักษะใดบ้างที่ยังบกพร่องอันจะส่งผลทำให้การเรียนรู้มีข้อผิดพลาด ก็จำเป็นต้องพัฒนาให้โดยการค้นคว้า และฝึกฝนให้เกิดความชำนาญต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุนันท์ สังข์อ่อง (2546) ได้ศึกษาการพัฒนาสมรรถภาพผู้สอนวิทยาศาสตร์ในการสอนแบบสืบเสาะตามกระบวนการ 5 E การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสมรรถภาพด้านความรู้ความเข้าใจในการสอนแบบสืบเสาะตามกระบวนการ 5 E ของผู้สอนวิทยาศาสตร์หลังได้รับการอบรมเชิงปฏิบัติการ 2) เพื่อประเมินสมรรถภาพด้านทักษะการเขียนแผนการสอนแบบสืบเสาะตามกระบวนการ 5 E ของผู้สอนวิทยาศาสตร์หลังได้รับการอบรมเชิงปฏิบัติการ 3) เพื่อศึกษา

รูปแบบความต้องการในการพัฒนาสมรรถภาพของผู้สอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้สอนผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา จำนวน 30 คน ที่ได้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการในการสอนแบบสืบเสาะตามกระบวนการ 5 E ผลการวิจัยพบว่า 1) หลังการอบรมเชิงปฏิบัติการผู้สอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความเห็นว่าได้รับความรู้ความเข้าใจในระดับมากทุกหัวข้อเนื้อหา 2) ผู้สอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีทักษะการจัดทำแผนการสอนแบบสืบเสาะตามกระบวนการ 5 E ในระดับปานกลาง 3) ผู้สอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความต้องการที่จะได้รับการพัฒนาสมรรถภาพในด้านความรู้และทักษะในเรื่องต่างๆ เพิ่มเติม เช่น เทคนิคการสอน การผลิตสื่อ และการประเมินตามสภาพจริง

ไพรัช หลงมีวงศ์ (2550) ได้ศึกษาเรื่องผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องการดำรงชีวิตของสัตว์ โดยใช้การเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนเทศบาล 6 (ไลออนส์อุทิศ) สำนักการศึกษาเทศบาลนคร-อุดรธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 33 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 E จำนวน 6 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐาน ใช้ t-test (Dependent samples)

ผลการศึกษาค้นคว้าปรากฏดังนี้ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 E เรื่องการดำรงชีวิตของสัตว์ มีประสิทธิภาพ 82.93 / 86.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ 2) ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 E เท่ากับ 0.5161 แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 51.61 3) นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 E มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ โดยรวมและรายด้านทุกด้าน หลังเรียนเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทองใบ นึกอุ่นจิตร (2550) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ และทักษะการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบประเวศและการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การดำเนินการทดลองเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์และทักษะการตัดสินใจของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้นำแนวคิด

กระบวนการทางปัญญา 10 ขั้นตอน ของศาสตราจารย์นายแพทย์ประเวศ วะสี มาปรับสู่การสอน 5 ขั้น ที่ประกอบด้วย 1) รวบรวมข้อมูล 2) นำเสนอ 3) แสวงหาความรู้ 4) สร้างองค์ความรู้ 5) สื่อสาร เปรียบเทียบกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ประกอบด้วย 1) สร้างความสนใจ 2) สำรวจและค้นหา 3) อธิบายหรือขั้นสรุป 4) ขยายความรู้ 5) ประเมิน

ผลจากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องบรรยากาศของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบประเวศและการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งโดยรวมและจำแนกตามระดับความรู้พื้นฐานแต่เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของนักเรียนที่แยกตามระดับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำของนักเรียนกลุ่มทดลอง พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีการพัฒนามากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่มีระดับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำ สำหรับทักษะการตัดสินใจ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะการตัดสินใจแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งโดยรวมและจำแนกตามระดับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

มลิสา สดสุชาติ (2550) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาทักษะการอ่านวิเคราะห์วิชาภาษาไทยโดยใช้วิธีสอน 5 E ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกุมภวาปี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุดรธานี เขต 2 การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลองวิชาภาษาไทยของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีสอน 5 E ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านวิเคราะห์วิชาภาษาไทยโดยวิธีสอน 5 E เรื่องมอม เรื่องสายใยธรรมชาติคือสายใยแห่งชีวิต และเรื่องนิราศพระบาทโดยมีคะแนนและจำนวนผู้เรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยโดยมีคะแนน และจำนวนผู้เรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยคือผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนกุมภวาปี สังกัดสำนักงานการศึกษาอุดรธานี เขต 2 จำนวน 45 คน ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) กิจกรรมการสอนวิชาภาษาไทยโดยใช้วิธีสอน 5 E 2) ทักษะการอ่านวิเคราะห์วิชาภาษาไทย 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 4 ประเภทคือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 13 แผน 2) แบบทดสอบวัดทักษะการอ่านวิเคราะห์แบบปรนัยจำนวน 60 ข้อ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดทั้งปรนัยและอัตนัยจำนวน 60 ข้อ 4) แบบบันทึกของผู้วิจัย และผู้ร่วมวิจัย รูปแบบการวิจัยเป็นแบบทดสอบหลังเรียนหนึ่งครั้ง (One-shot case study) ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาทักษะการอ่านวิเคราะห์วิชาภาษาไทยเรื่องมอม เรื่องสายใย

ธรรมชาติคือสายใยแห่งชีวิต และเรื่องนิราศพระบาททั้ง 3 เรื่องผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องมอม เรื่องสายใยธรรมชาติคือสายใยแห่งชีวิต และเรื่องนิราศพระบาทหลังจากทดสอบแล้วทั้ง 3 เรื่องผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 93.33

ยุพา กุมภาว์ (2550) ได้ศึกษาเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle). ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของนักเรียนทั้งหมด 2) นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละด้าน คือ ความคิดคล่อง $\overline{X}$ = 31.17, S.D = 9.56 ความคิดยืดหยุ่น $\overline{X}$ = 13.10, S.D = 2.52 ความคิดริเริ่ม $\overline{X}$ = 19.37, S.D = 10.01

รัชฎานรินทร์ พุดหล้า (2550) ได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้พหุปัญญากับการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : ระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน และวัฏจักรของสาร และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1) นักเรียนโดยส่วนรวม ในกลุ่มทดลอง มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ในมโนมติ : ระบบนิเวศ และการถ่ายทอดพลังงานมากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนโดยส่วนรวมในกลุ่มทดลองมีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนมติ : วัฏจักรของสาร น้อยกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและปานกลาง มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ในมโนมติทั้ง 3 มโนมติ มากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้พหุปัญญา มีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์หลังเรียนโดยส่วนรวม และเป็นรายด้าน 5 ด้าน และนักเรียนที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. มีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์หลังเรียนโดยส่วนรวมและเป็นรายด้าน 4 ด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นโดยใช้พหุปัญญา มีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์โดย

ส่วนรวมและรายด้าน 5 ด้าน มากกว่านักเรียนที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิชาญ คงธรรม (2547) ได้ศึกษาเรื่องการใช้วงจรสืบเสาะด้วยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลักในการเรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนโดยวิธีวงจรสืบเสาะด้วยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลักสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการใช้กระบวนการวงจรสืบเสาะของกลุ่มตัวอย่างในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ คะแนนเฉลี่ยในแต่ละเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับช่วงคะแนน 4.03-4.13 (ระดับคะแนนสูงสุด คือ 5.0)

สรุปผลการวิจัยได้ว่า วิธีวงจรสืบเสาะด้วยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลักทำให้นักศึกษามีแนวคิดเรื่องแรงและการเคลื่อนที่และสามารถใช้กระบวนการวงจรสืบเสาะเพื่อทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

สายสุนีย์ ปาวงศ์ (2548) ได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการสอนแบบซิปปา และแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแม่เจดีย์วิทยาคม อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 78 คน โดยได้แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 39 คน สำหรับกลุ่มทดลองที่หนึ่งใช้การสอนแบบซิปปาและกลุ่มทดลองกลุ่มที่สองใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การวิจัยปรากฏผลดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้รับการสอนแบบซิปปาและแบบสืบเสาะหาความรู้ไม่แตกต่างกัน

2. ปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบซิปปาและแบบสืบเสาะหาความรู้ไม่แตกต่าง

ศิริลักษณ์ อ่างเงิน (2548) ได้ศึกษาเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นวงจรการเรียนรู้กับการสอนตามคู่มือผู้สอน การวิจัยปรากฏผลดังนี้ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ทรัพยากรในดินของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นวงจรการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นวงจรการเรียนรู้ หลังการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการเรียน โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นวงจรการเรียนรู้ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือผู้สอน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 4) ความสามารถในการตัดสินใจหลังการสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นวงจรการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือผู้สอน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

สุรจิตร เศรษฐภักดี (2547) ได้ศึกษาเรื่องผลการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่เรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูง

วารุณี พิมพ์วงศ์ทอง (2547) ได้ศึกษาเรื่องผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการใช้คำถามตามรูปแบบของบลูมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยได้ข้อค้นพบดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้โดยการใช้คำถามตามรูปแบบของบลูมหลังเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้โดยการใช้คำถามตามรูปแบบของบลูมหลังเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้โดยการใช้คำถามตามรูปแบบของบลูมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ณรงค์ โสภิณ (2547) ได้ศึกษาเรื่องผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1, นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ มีความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ เฉลี่ยไม่น้อยกว่าค่าคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน