

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการสอนตามแนวคิดของ Suchman และ Ausubel กับการสอนตามปกติในเนื้อหาเรื่องพลังงานและสารเคมี กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 การสอนแบบ Inquiry

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการสอน Inquiry Training

2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel

2.4 หลักการที่นำมาใช้โดยการอ้างอิงทฤษฎีของ Ausubel

2.5 รูปแบบการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนติลวงหน้า (Advance Organizer Model)

2.6 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสอนแบบ Inquiry

การสอนแบบ Inquiry ได้มีนักการศึกษาหลายท่านเรียกชื่อต่างกันไป เช่น "การสืบเสาะหาความรู้" "การสืบเสาะ" "การสืบสวนสอบสวน" และได้ให้ความหมายหรือพูดถึงการสอนแบบ Inquiry ไว้ดังนี้เช่น

กรมวิชาการ (2521) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนหาคำตอบด้วยตนเอง และสร้างนิสัยให้ผู้เรียนเป็นคนช่างคิด รู้จักซักถาม และแก้ปัญหา

กิ่งฟ้า (2521) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry Method) เป็นกระบวนการที่มีลักษณะ ดังนี้คือ

- (1) เป็นการเรียนรู้โดยอาศัยตนเองเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการเรียนรู้
 - (2) ต้องจัดให้ตนเองมีส่วนช่วยในการอธิบายสิ่งที่ค้นพบได้
 - (3) ต้องรู้จักประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ๆ แม้จะเป็นสิ่งเล็กน้อยก็ตาม และ
 - (4) บางครั้งอาจต้องการความช่วยเหลือจากเพื่อนร่วมชั้น หรือบุคคลอื่นๆ ด้วยการที่จะนำเอา การสอนแบบสืบเสาะ ไปใช้ในการพัฒนาสิ่งกับนั้น ผู้เรียนจะกระทำได้ด้วย
- (1) พยายามให้ตนเองได้มีโอกาสในการสังเกตปรากฏการณ์รอบ ๆ ตัว

(2) พยายามทำความเข้าใจกับปรากฏการณ์นั้น ๆ โดยการค้นพบด้วยตนเองและอาศัย
 สังกัป ความเข้าใจในปรากฏการณ์นั้นเป็นบรรทัดฐานที่จะช่วยในการเรียนรู้สิ่งกับใหม่ต่อไป

หลักการของ Inquiry Method ข้างต้นโดยย่อนี้ กิ่งฟ้า (2521) สรุปว่าถ้าจะนำเอา
 Inquiry Process มาใช้เป็นรูปแบบของเทคนิคการสอนจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องดำเนินการตาม
 ขั้นตอน ดังนี้

1. สืบเสาะค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับประสบการณ์รอบ ๆ ตัวโดยใช้วิธีการแก้ปัญหา
 ด้วยตนเอง โดยการสังเกต การบันทึก การวัด การจัดแบ่งกลุ่ม การทดลอง การสื่อความหมาย
 การทำนาย และการตั้งสมมติฐาน กฎ หลักหรือทฤษฎี
2. มีกิจกรรมที่จัดขึ้นโดยอ้างอิงการค้นพบในครั้งแรกที่จะใช้เป็นหลักฐานได้ในการค้นคว้า
 สืบเสาะครั้งต่อไป
3. หาความรู้ที่เป็นแก่นสาร เช่น เรื่องที่เกี่ยวข้องกับความสำคัญของชีวิตการอยู่ร่วมกัน
 ในสังคม หรือเรื่องเกี่ยวกับการพัฒนากำลังของชาติ
4. ต้องมีความรักในการที่จะไต่หาความรู้อย่างไม่หยุดยั้ง ลักษณะนี้จะเกิดขึ้น ได้ก็ต่อเมื่อ
 ผู้เรียนได้ประสบความสำเร็จในการสืบเสาะ และมีประสบการณ์มากพอสมควร ในการใช้วิธีการ
 สืบเสาะ หรือ Inquiry Process เพื่อแก้ปัญหาในการเรียนรู้

คณะกรรมการพัฒนาการสอน และผลิิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหา-
 วิทยาลัย, 2525) ได้กล่าวถึงรายละเอียดของ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry
 Method) ว่าการสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีหนึ่งที่มีให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
 การสอนโดยวิธีนี้มีกิจกรรมที่สำคัญ คือ

- การอภิปรายนำเข้าสู่บทเรียน (โดยใช้ปัญหา หรือ สถานการณ์ที่สร้างขึ้น)
- การทดลอง
- การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ หรือ ปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่

จะสอน

2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางหาคำตอบของปัญหาข้างต้น

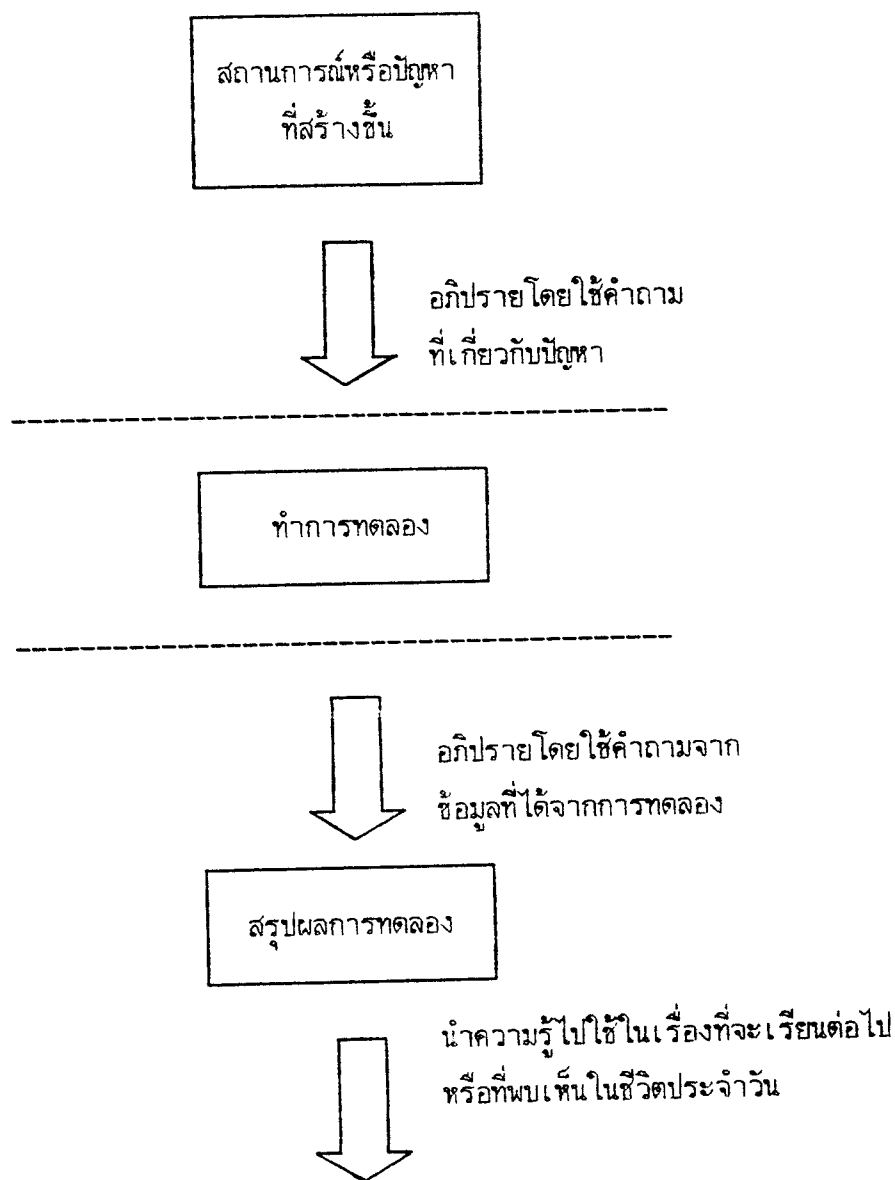
3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัย

ในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

เมื่อนำมาเขียนเป็นแผนภูมิการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะได้ ดังนี้



แผนภูมิที่ 1 แสดงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (ทบทวนมหาวิทยาลัย, 2525)

ละออ (2534) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ว่าเป็นการสอนให้นักเรียนค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง เป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกเรียนรู้อย่างอิสระ ที่มีระบบ มีการทดลอง และสรุปผลการทดลอง หรือแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ยั่วให้นักเรียนได้วางแผน และ กำหนดวิธีการค้นหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เอง นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาวิชา และกระบวนการแสวงหาความรู้

สัจฉิก (2531) ได้สรุปการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน โดย

ใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เป็นเครื่องมือ สิ่งนี้นักเรียนค้นพบนั้น อาจจะเป็นการค้นพบ
มโนคติ (นิยาม คำจำกัดความ ความหมายคุณสมบัติร่วม) ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ

ภพ (2534) กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ว่า การ
สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้
ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครู
วิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของ
กระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา โดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้
จัดวางแผนการเรียนรู้ นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง มีความ
กระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยน
แนวความคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้ และ ใช้ความรู้

การสอนโดยวิธีนี้มีกิจกรรมที่สำคัญดังนี้ คือ

1. การอภิปรายเพื่อเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่การทดลอง เป็นการเริ่มต้นเพื่อนำไปสู่การกำหนดปัญหา เป็น
การช่วยฝึก และ ปลุกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเองกล้าแสดงความคิดเห็น และ ยอม
รับความคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น เป็นการแนะแนวทางให้นักเรียนคิดออกแบบการทดลอง หรือ
ตั้งสมมติฐาน และ ทาวิถีทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การทดลอง เป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการนำไป
สู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น ในบางกรณี
ไม่สามารถทำการทดลองในห้องเรียนได้ด้วยเหตุผลบางประการ เช่น ความปลอดภัย ความพร้อม
ในด้านอุปกรณ์ที่ยังขาดชิ้นส่วนและราคาแพง คาบเวลาสอนไม่เพียงพอเช่นนี้อาจจำเป็นต้อง
ยกข้อมูลที่มีอยู่ก่อนที่ได้ทดลองมาแล้วมาใช้ประโยชน์ในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปผลหรือให้
นักเรียนทำการทดลอง โดยใช้แบบจำลองจากของจริงเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จะนำไปสู่การอภิปราย
สรุปผลการทดลองต่อไป กิจกรรมอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง และอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง
นั้นครูผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับการใช้คำถาม เพื่อนำนักเรียนให้รู้จักคิดหาความสัมพันธ์
ระหว่างสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผล
สรุปในการอภิปรายซักถามนั้น นักเรียนอาจใช้คำถามโดยถามครูหรือถามนักเรียนด้วยกันเองก็ได้

Carin and Sund (1975 อ้างถึงใน ภพ, 2534) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการสืบ
เสาะหาความรู้ว่าแบ่งออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

- (1) สร้างสถานการณ์หรือปัญหา
- (2) ตั้งสมมติฐาน
- (3) ออกแบบการทดลอง

(4) ทดสอบสมมติฐานโดยการทดลอง

(5) ได้ข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

1. การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา นั้น อาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้การอภิปราย การซักถาม การเล่าเหตุการณ์ การใช้อุปกร์สร้างสถานการณ์ที่น่าสงสัยแปลกใจ (Discrepant Events) สถานการณ์ หรือ ปัญหานั้นควรเป็นสถานการณ์ หรือ ปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวจะช่วยสร้างความสนใจให้นักเรียน และสามารถโยงไปสู่การทดลองที่ต้องการได้

2. การตั้งสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานจะต้องอาศัยสถานการณ์ หรือปัญหาจากเนื้อหาในชั้นแรก เป็นหลักใช้คำถามที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน เพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้

3. การออกแบบการทดลอง ครูอาจใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง และระบุวิธีในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. การทดสอบสมมติฐาน กิจกรรมในขั้นตอนนี้ ได้แก่ การทำการทดลอง และบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

5. ข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน ครูอาจใช้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหาข้างต้น และควรมีคำตอบที่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ด้วย

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ หรือ ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางความคิด เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงได้ค้นพบความรู้หรือความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนการสอนสรุปได้ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ หรือ ปัญหาจากเนื้อหาเพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน

2. ใช้คำถามในการอภิปราย เพื่อให้ได้สมมติฐานการทดลองซึ่งเป็นแนวทางในการค้นหาคำตอบของปัญหา

3. ใช้คำถามในการอภิปราย เพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลอง และบันทึกผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

5. ใช้คำถามในการอภิปรายผลการทดลองเพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

กึ่งฟ้า (2521) ได้กล่าวว่า รูปแบบการสอนที่วางรากฐานอยู่บน Inquiry Process ได้แก่ Inquiry Training Model ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการสอน Inquiry Training (Joyce and Weil อ้างถึงใน สุภาสินี, มปป.)

รูปแบบการสอน Inquiry Training ได้พัฒนาขึ้นโดย Richard Suchman เพื่อสอนให้นักเรียนได้เข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาคำตอบ อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ฝึกให้นักเรียนรู้จักกระบวนการติดตามที่นักปราชญ์ได้ใช้จัดระบบความรู้สรุปเป็นหลักการ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเน้นให้เด็กมีทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่ง Suchman ได้พัฒนารูปแบบนี้จากการวิเคราะห์การทำงานของนักวิจัยที่มีความคิดสร้างสรรค์ Suchman ได้พัฒนารูปแบบการสอนที่เรียกว่า Inquiry Training ขึ้น

2.2.1 เป้าหมายและข้อตกลงเบื้องต้นของ Inquiry Training

Inquiry Training กำเนิดมาจากความเชื่อว่า ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้ด้วยตนเอง วิธีการนี้เน้นการมีส่วนร่วมอย่างกระฉับกระเฉงในการสืบเสาะแบบวิทยาศาสตร์ เด็ก ๆ มีความอยากรู้อยากเห็น และอยากพัฒนาซึ่ง Inquiry Training จะช่วยเพิ่มหรือกระตุ้นพลังในการค้นคว้าโดยธรรมชาติที่มีอยู่แล้วนั้น ช่วยให้แนวทางเฉพาะ (ทิศทาง) แก่นักเรียน อันจะทำให้ผู้เรียนสามารถค้นหาความรู้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

เป้าหมายโดยทั่วไปของ Inquiry Training คือ

1. ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถทางสติปัญญา
2. พัฒนาทักษะที่จำเป็นในการตั้งคำถามและค้นหาคำตอบที่เกิดจากความอยากรู้อยากเห็น

ของเขา

ดังนั้น Suchman จึงเน้นที่จะช่วยนักเรียนให้สืบเสาะอย่างอิสระแต่เป็นระบบ (Helping Students Inquiry Independently, but in a Disciplined Way) เขาอยากให้นักเรียนสงสัยว่า "ทำไมเหตุการณ์จึงเกิดขึ้นเช่นนั้น" แล้วหาคำตอบโดยใช้กระบวนการจัดทำข้อมูลอย่างมีเหตุผล และเขาต้องการให้นักเรียนได้พัฒนายุทธศาสตร์ทางสติปัญญา (Develop General Intellectual Strategies) ที่จะใช้ค้นหาว่าทำไมสิ่งต่าง ๆ ถึงได้เป็นเช่นนั้น Inquiry Training เริ่มจากให้ผู้เรียนได้เผชิญเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่ง Suchman เชื่อว่าเมื่อบุคคลเผชิญปัญหาก็จะถูกกระตุ้นโดยธรรมชาติให้แก้ปัญหานั้น เพราะฉะนั้นเขาจึงนำธรรมชาติอันนี้มาสอนกระบวนการแก้ปัญหาก็คือการค้นหาคำตอบอย่างมีระบบนั่นเอง

เช่นเดียวกับ Bruner และ Taba, Suchman เชื่อว่านักเรียนสามารถเพิ่มความตระหนักในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของเขา (Become Increasingly Conscious of Their Process of Inquiry) และสามารถสอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนโดยตรง แม้ว่าเขาทุกคนสืบเสาะหาคำตอบได้เองโดยสัญชาตญาณบ่อยๆ แต่ Suchman ให้ทรงเห็นว่าเราไม่สามารถวิเคราะห์หรือทำให้กระบวนการคิดของเราดีขึ้นได้ นอกจากเราจะตระหนักถึงมัน (Conscious of)

Suchman เชื่อว่าสิ่งสำคัญอีกอันหนึ่งคือ การทำให้นักเรียนมีทัศนคติว่าความรู้ทั้งหลายเปลี่ยนแปลงได้ (All Knowledge is Tentative) เมื่อนักวิชาการสร้างทฤษฎี และคำอธิบายขึ้นมาหลายปีต่อมาอาจมีทฤษฎี หรือความรู้ใหม่แทนที่ นั่นคือไม่มีคำตอบที่แน่นอนตายตัวเรามักสามารถหาคำอธิบายที่ดีขึ้นได้เสมอปัญหาส่วนใหญ่มีเหตุผล และมีคำอธิบายนานาพที่ เราจะรับฟังนักเรียนจึงควรคำนึงถึงประเด็นนี้ และไม่กังวลกับความกำกวมนั้น (คือหาคำตอบเดียวไม่ได้) ซึ่งจะมีอยู่ในการสืบเสาะที่แท้จริง นักเรียนควรตระหนักว่า ทรรศนะของบุคคลที่สองจะช่วยเพิ่มพูนความคิดของตน ในการพัฒนาความรู้นั้น การรับฟังแนวความคิดของผู้ร่วมงานจะช่วยได้มาก ถ้าเราสามารถที่จะอดทนต่อนานาทรรศนะได้ ดังนั้นทฤษฎีของ Suchman จึงกล่าวว่า

1. นักเรียนจะสืบเสาะหาความรู้โดยธรรมชาติเมื่อเขาเกิดความสงสัย
 2. นักเรียนจะสามารถตระหนัก (Become Conscious of) และเรียนรู้ยุทธศาสตร์การคิดที่มีอยู่เดิมได้
 3. ยุทธศาสตร์การคิดใหม่ ๆ สามารถสอนให้แก่นักเรียนได้โดยตรง และเพิ่มยุทธศาสตร์การคิดที่มีอยู่เดิมได้
 4. ความร่วมมือในการสืบเสาะช่วยให้เกิดความคิดเพิ่มขึ้น และช่วยให้เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้ที่ไม่แน่นอนตายตัว และเรียนรู้ที่จะพอใจกับความรู้ (คำอธิบาย) นานาที่ได้
- ตามความเชื่อของ Suchman ที่ว่าแต่ละคนมีแรงกระตุ้นตามธรรมชาติที่จะสืบเสาะหาความรู้ รูปแบบการสอน Inquiry Training จึงสร้างขึ้นโดยอาศัยการทำทฤษฎีปฏิบัติในทุก ๆ ด้านนักเรียนจะพบสถานการณ์ที่น่าสงสัย และทำการสืบเสาะหาคำตอบอะไรก็ตามที่ลบล้างข้อคาดการณ์ไม่ถึงหรือยังไม่เคยรู้มาก่อนจะเป็นวัตถุดิบที่ดีทำให้เกิดความขัดแย้ง เพราะว่าเป้าหมายสูงสุด คือให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการสร้างความรู้ใหม่ซึ่งปัญหาที่จะเผชิญควรอยู่ในระดับที่เด็กสามารถค้นหาคำตอบได้

2.2.2 Syntax ของรูปแบบการสอน

Syntax ของรูปแบบการสอนประกอบด้วยกิจกรรม 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การเผชิญปัญหา (Encounter with the Problem)

- อธิบายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เสนอเหตุการณ์ที่เป็นปัญหา
- เสนอเหตุการณ์ที่เป็นปัญหา

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบ (Data Gathering Verification)

- ตรวจสอบธรรมชาติของวัตถุ หรือเหตุการณ์และเงื่อนไขต่าง ๆ
- ตรวจสอบสิ่งที่เกิดขึ้นตามลำดับ ในสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 3 การรวบรวมข้อมูลเพื่อการทดลอง (Data Gathering Experimentation)

- แยกตัวแปรที่เกี่ยวข้องออก
- ตั้งสมมติฐาน (และทดลอง) ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็นเหตุและผล

ขั้นที่ 4 รวบรวมข้อมูลและสร้างคำอธิบาย (Organizing, Formulation and Explanation)

- สร้างคำอธิบายหรือสรุปสิ่งที่ค้นพบ

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์กระบวนการสืบเสาะ (Analysis of the Inquiry Process)

- วิเคราะห์ยุทธศาสตร์การสืบเสาะหาความรู้และพัฒนายุทธศาสตร์นั้น ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในแต่ละขั้นของรูปแบบการสอน Inquiry Training มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ครูเป็นผู้เสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและอธิบายขั้นตอนในการสืบเสาะหาคำตอบให้นักเรียน (บอกจุดประสงค์และวิธีการตอบคำถามที่ "ใช่" หรือ "ไม่ใช่") ลักษณะเด่นของสถานการณ์ที่ใช้เป็นปัญหาคือ เป็นเหตุการณ์ที่ปราศจากเหตุผลทำให้เกิดความขัดแย้งกับความเป็นจริงตามความคิดของเรา ฉะนั้นจะเห็นว่าไม่ใช่ทุกเหตุการณ์ที่น่าสงสัยที่จะใช้เป็นเหตุการณ์ปัญหาที่เหมาะสมของการสอน Inquiry Training ได้ เพราะสถานการณ์เหล่านั้น น่าสนใจเพียงเพราะเราไม่รู้คำตอบ แต่ถ้าเราไม่ต้องการมโนคติใหม่มาช่วยให้เข้าใจ เราก็ไม่จำเป็นต้องสืบเสาะหาคำตอบที่แน่นอน ฉะนั้น เพราะครูบางคนก็ไม่หยิบปัญหาที่เป็นปริศนาจริง ๆ สำหรับผู้เรียนทำให้งิจกรรมการเรียนรู้ไปไม่ไกลกว่าเกม 20 คำถามธรรมดา ทั้ง ๆ ที่การตั้งคำถามนี้มีคุณค่าในการฝึกฝน ซึ่งจะละเอียดไม่ได้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ขั้นที่ 2 การพิสูจน์ความจริงคือกระบวนการซึ่งผู้เรียนตั้งคำถามเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อเท็จจริงของปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ นั่นคือข้อมูลเกี่ยวกับธรรมชาติและลักษณะเฉพาะตลอดจนเงื่อนไขต่าง ๆ ที่แวดล้อมอยู่

ขั้นที่ 3 ผู้เรียนจะนำตัวแปรใหม่ ๆ เข้าไปในสถานการณ์ เพื่อดูว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง และแยกตัวแปรที่เกี่ยวข้องออก

ทั้งขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 กระบวนการความคิดของผู้เรียน ตลอดจนคำถามจะไปด้วยกันและในขั้นที่ 3 จะนำไปสู่การทดลองซึ่งการทดลองนั้นจะมีสองกระบวนการคือ เป็นการสำรวจและเป็นการทดลองโดยตรง

การสำรวจเป็นการเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ เพื่อที่จะดูว่า มีอะไรเกิดขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องใช้ทฤษฎีหรือสมมติฐาน เป็นสิ่งซึ่งแน่แต่อาจจะแนะแนวคิดไปสู่คำตอบได้

การทดลองโดยตรงจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้ทดลองพิสูจน์ทฤษฎีหรือสมมติฐาน หน้าที่ที่สำคัญของครู ก็คือ

1. ช่วยให้ผู้เรียนอย่าคิดว่า ตัวแปรบางตัวพิสูจน์ไม่ได้ เมื่อยังไม่ได้ลองพิสูจน์
2. ช่วยขยายขอบเขตการสืบเสาะหาความรู้ของผู้เรียน โดยการเพิ่มชนิดของข้อมูล

ผู้เรียนรวบรวมในขณะที่นักเรียนพิสูจน์นั้นนักเรียนอาจจะใช้คำถามเกี่ยวกับวัตถุ คุณสมบัติ เงื่อนไขต่าง ๆ และสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมีคามหมายดังนี้

วัตถุ หมายถึง การพิจารณาถึงธรรมชาติหรือคุณสมบัติเฉพาะของวัตถุ

เหตุการณ์ หมายถึง การสำรวจตรวจสอบสิ่งที่เกิดขึ้น หรือธรรมชาติของการกระทำ (Action) นั้น

เงื่อนไขต่าง ๆ หมายถึง สถานภาพ (State) ของวัตถุหรือระบบ (System) ในเวลาใดเวลาหนึ่งเฉพาะ

คุณสมบัติ หมายถึง การสำรวจตรวจสอบพฤติกรรมของวัตถุที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่แน่นอน ซึ่งจะเป็นแนวทางให้ได้ความรู้ใหม่ ๆ ช่วยในการสร้างคำตอบ

ขั้นที่ 4 ครูให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบาย ผู้เรียนคนเดียวอาจจะอธิบายไม่ชัดเจน ผู้เรียนจึงควรช่วยกันอธิบายสิ่งที่เข้าใจหรือข้อค้นพบออกมาเพื่อให้สามารถรวบรวมเป็นคำตอบที่สมบูรณ์ได้

ขั้นที่ 5 ครูให้ผู้เรียนวิเคราะห์ รูปแบบของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของเขา ผู้เรียนอาจพิจารณาว่าคำถามใดบ้าง ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แนวคำถามใดที่เป็นประโยชน์และ ไม่เป็นประโยชน์หรือความรู้บางประเภทที่ผู้เรียนต้องการ แต่ยังไม่ได้มาขั้นนี้มีความสำคัญมาก เพราะทำให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และพยายามปรับปรุงกระบวนการนี้ให้เป็นระบบ

2.2.3 ระบบสังคม (Social System)

Suchman ได้เสนอว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียนจะเป็นการร่วมมือกันอย่างแข็งขัน แม้ว่ารูปแบบการสอนค่อนข้างเน้นขั้นตอน (Structure) มาก ซึ่งครูต้องเป็นผู้ควบคุมเป็นส่วนใหญ่แต่บรรยากาศทางวิชาการนั้นครูจะให้อิสระเด็กในการคิดและมีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน และคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้มากที่สุด

2.2.4 หลักการตอบสนอง (Principle of Reaction)

สิ่งสำคัญที่สุดในการตอบสนองของครูในขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 คือ ครูจะช่วยให้ผู้เรียนได้สืบเสาะ ถ้าผู้เรียนถามแล้วครูไม่สามารถที่จะตอบได้ว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" ครูต้องให้ผู้เรียนตั้งคำถามใหม่จนกว่าผู้เรียนจะสามารถรวบรวมข้อมูลได้ด้วยตนเอง และถ้าจำเป็นครูอาจจะช่วยให้เห็นปัญหานั้น โดยการตั้งคำถามช่วยแนะก็ได้

2.2.5 สิ่งสนับสนุน (Support System)

สิ่งที่สนับสนุนการสอนที่ให้ได้ผลดีที่สุด คือชุดสื่อสำหรับการเผชิญปัญหา (A Set of Confronting Materials) และครูผู้ซึ่งเข้าใจกระบวนการทำงานของสมองและยุทธศาสตร์การสืบเสาะหาความรู้เป็นอย่างดี ตลอดจนแหล่งข้อมูล หรือสื่อที่สามารถนำผู้เรียนไปยังคำตอบของปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.6 การนำไปใช้

แม้ว่า Inquiry Training จะมีต้นกำเนิดมาจากการพัฒนาเพื่อวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ แต่กระบวนการนี้สามารถนำไปใช้ได้กับทุกสาขาวิชาแต่ไม่ได้ทุกเนื้อหาขึ้นอยู่กับว่าหัวข้อนั้นสามารถกำหนดสถานการณ์ปัญหาได้หรือไม่ถ้าสามารถกำหนดได้ก็ใช้ Inquiry Training ได้ เช่น ในวรรณคดี อาชญากรรมลึกลับ และเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ หรือจุดที่ก่อให้เกิดสถานการณ์ที่น่า

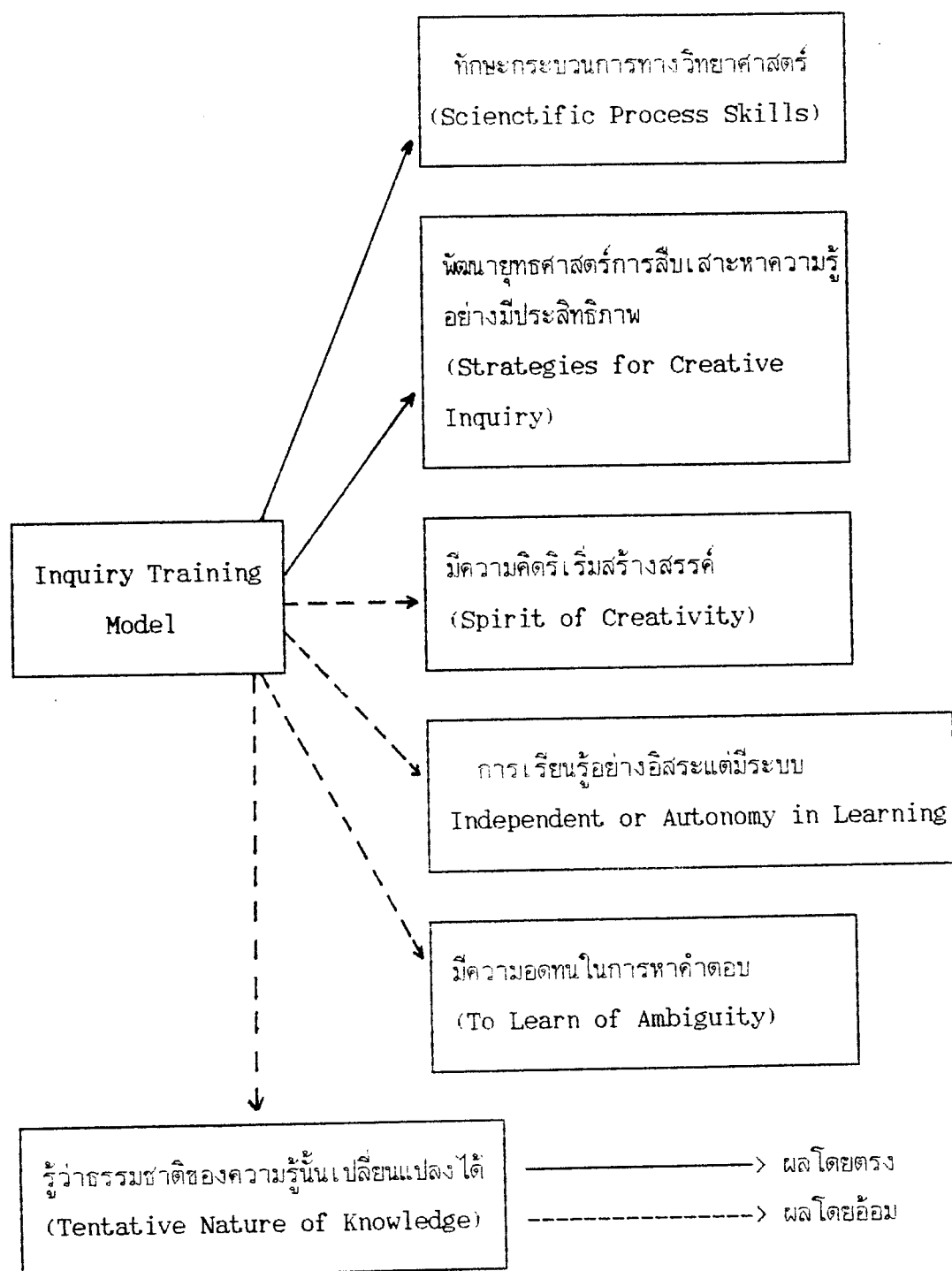
สงสัย หัวข้อข่าวที่เป็นเรื่องแปลกๆ จากหนังสือพิมพ์เกี่ยวกับเหตุการณ์ที่ไม่น่าจะเป็นไปได้ อาจถูกใช้เป็นเหตุการณ์เร้าให้เกิดความสนใจได้ สำหรับเด็กเล็กๆ ก็สามารถใช้ Inquiry Training ได้

Suchman ได้ให้ความเห็นว่าการใช้รูปแบบการสอน Inquiry Training นี้จะเกิดผลโดยตรงและโดยอ้อมหลายประการแก่ผู้เรียน กล่าวคือ จะช่วยส่งเสริมยุทธศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ช่วยให้เห็นคุณค่าและมีทัศนคติที่ดี ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการสืบเสาะ รวมทั้งสิ่งต่อไปนี้

- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- มีความกระตือรือร้นและเรียนรู้ด้วยตนเอง
- มีการแสดงออกทางภาษา
- มีความเพียรพยายามและอดทนในการหาคำตอบ
- มีความคิดที่มีเหตุผล
- มีทัศนคติว่าความรู้ทั้งหลายมีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอ

สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ได้จากรูปแบบการสอนนี้คือนักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การรวบรวมและจัดระบบข้อมูล การแยกแยะ และควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน และอธิบายการทดสอบ ตลอดจนการลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นต้น ช่วยบูรณาการทักษะหลายๆ กระบวนการได้อย่างวิเศษ และเป็นวิธีสอนที่ให้ประสบการณ์อย่างมีความหมายอย่างเต็มที่กับนักเรียน

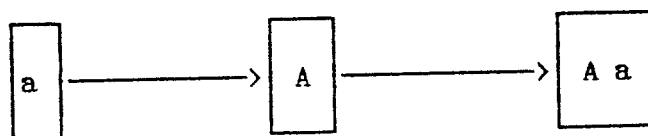
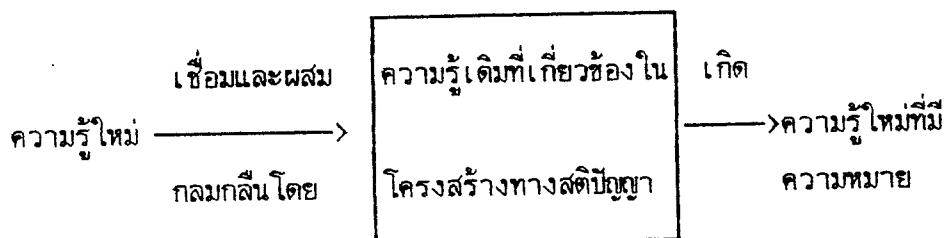
รูปแบบการสอนนี้จะช่วยให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ โดยอัตโนมัตินักเรียนจะตั้งคำถาม และตรวจสอบความรู้เอง ถ้าที่ตั้งคำถาม เขาสามารถที่จะอธิบายให้คนอื่นเข้าใจได้เพียงพอ กับ การรับฟังคนอื่น



แผนภูมิที่ 2 แสดงผลโดยตรงและผลโดยอ้อมของการใช้รูปแบบการสอน Inquiry Training
(Joyce and Weil อ้างถึงใน สุภาลินี, มพพ.)

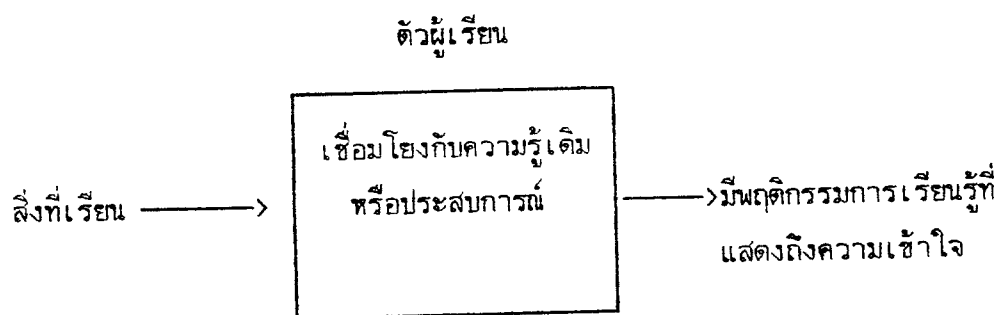
2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel

Ausubel (อ้างถึงในศักดิ์สิน, 2529) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning) ว่าเป็นการเชื่อมโยงและปลูกฝังสิ่งที่จะเรียนใหม่ให้เข้ากับความรู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งมีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญา (Cognitive Structure) จนเกิดความรู้ใหม่ได้อย่างเข้าใจและเกิดความคงทนในการเรียนรู้ตั้งแต่นั้น

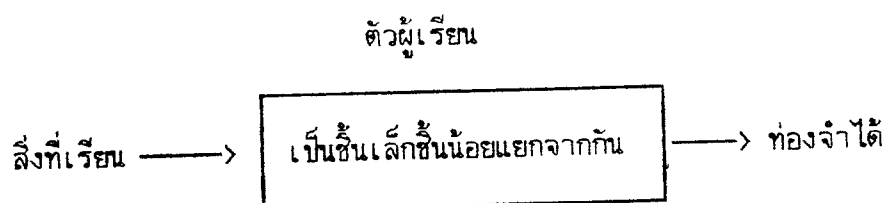


แผนภูมิที่ 3 แสดงการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Ausubel อ้างถึงในศักดิ์สิน, 2529)

กึ่งฟ้า (2525) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ที่มีความหมายตามแนวคิดของ Ausubel ว่าเป็นการเรียนรู้โดยนำเอาสิ่งที่เรียนรู้เชื่อมโยงกับความรู้ หรือประสบการณ์เดิม ดังแผนภูมิต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 4 แสดงการเรียนรู้ที่มีความหมาย (กึ่งฟ้า, 2525)



แผนภูมิที่ 5 แสดงการเรียนรู้แบบท่องจำ (กึ่งฟ้า, 2525)

คักคัลลิน (2529) ได้สรุปการเรียนรู้ที่มีความหมายไว้ว่าการเรียนรู้ที่ผู้เรียนรู้อย่างเข้าใจและคงทนจากการเชื่อมโยงสิ่งที่จะเรียนเข้ากับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียน

พิทักษ์ (2530) ได้สรุปการเรียนรู้ที่มีความหมายไว้ว่าการเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้และประสบการณ์เดิม ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เข้าใจและมีความคงทนในการเรียนรู้

จันทร์แรม (2532) ได้สรุปการเรียนรู้ที่มีความหมายไว้ว่า การเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ กับความรู้หรือประสบการณ์เดิม ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจและมีความคงทนในการเรียนรู้

สุภาสินี (2534) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ที่มีความหมายตามแนวคิดของ Ausubel ว่าเป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ที่มีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียนได้อย่างดี

สุวดี (2535) ได้สรุปการเรียนรู้ที่มีความหมายว่าเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนรู้อย่างเข้าใจและมีความคงทนในการเรียนรู้จากการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่เข้ากับความรู้ หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียน

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการเรียนรู้ที่มีความหมายคือ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้หรือประสบการณ์เดิม ที่เกี่ยวข้องที่มีอยู่แล้วในโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียนได้อย่างเข้าใจและจะทำให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้

Ausubel (อ้างถึงใน สุภาสินี, 2534) กล่าวถึงการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายนั้น เกี่ยวข้องกับ 3 องค์ประกอบคือ

1. จะจัดความรู้เป็นระบบได้อย่างไร (เนื้อหา)
2. มีกระบวนการรับความรู้ใหม่โดยการใช้กระบวนการคิดอย่างไร

(การเรียนรู้)

3. ครูสามารถนำความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาหลักสูตรและการเรียนรู้ไปใช้ในการนำเสนอความรู้ใหม่ให้แก่ผู้เรียนได้อย่างไร (การจัดการเรียนการสอน)

นอกจากนี้ Ausubel (อ้างถึงใน กิ่งฟ้า, 2525) ยังชี้ให้เห็นว่าวิธีการสอนที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายนั้นขึ้นอยู่กับเงื่อนไข 3 ประการดังนี้

1. ความรู้ใหม่ต้องมีความหมายเชิงเหตุผล ต่อเนื่องกับความรู้เดิมของผู้เรียน
2. โครงสร้างความรู้เดิมของผู้เรียนต้องสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ได้

3. ผู้เรียนต้องสนใจ และมีเจตนาแน่วแน่ที่จะเรียนรู้ที่มีความหมายมิฉะนั้นแล้วการเรียนรู้เพียง 2 ข้อแรกก็อาจทำให้เกิดการเรียนรู้แบบท่องจำได้

2.4 หลักการที่นำมาใช้โดยการอ้างอิงทฤษฎีของ Ausubel

2.4.1 โครงสร้างทางสติปัญญา (Cognitive Structure)

Joyce and Weil (อ้างถึงใน สุภาสินี, 2534) กล่าวว่า Ausubel ใช้คำว่า "โครงสร้างทางสติปัญญา" ในความหมายของโครงสร้างของความรู้ (แต่ละเรื่อง) ที่ผู้เรียนเก็บสะสมไว้ในสมอง ในขณะที่ขณะใดขณะหนึ่งที่มีการจัดระบบความรู้เหล่านั้นดีแค่ไหนมีความชัดเจน และมั่นคงเพียงใดกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า โครงสร้างทางสติปัญญาเกี่ยวข้องกับความรู้ประเภทใดบ้างที่มีสะสมอยู่ในสมองความรู้เหล่านั้นมีมากน้อยเพียงใด และ มีการจัดระบบดีมากน้อยแค่ไหน

โครงสร้างทางสติปัญญาเป็นองค์กรที่มีลำดับชั้น ประกอบด้วยมโนทัศน์ที่ถูกจัดลำดับเป็นระบบจากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างที่สุดไปยังมโนทัศน์ที่มีความหมายแคบลง โครงสร้างทางสติปัญญาของบุคคลจะจัดลำดับความรู้ในสาขาใดสาขาหนึ่งไว้ในช่วงเวลาหนึ่งๆ ซึ่งจะเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้และจดจำข้อมูลใหม่ๆ ในสาขาเดียวกัน จะทำหน้าที่บ่งชี้ความเที่ยงตรงและความแจ่มชัดถึงสิ่งที่จะเรียน ซึ่งผ่านเข้ามาในขอบข่ายของความคิด (Cognitive Field) กระบวนการนี้ถือเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ถ้าโครงสร้างทางสติปัญญาจัดลำดับไว้เหมาะสมชัดเจนและมีความคงทนแล้ว การเรียนรู้ใหม่ก็จะเกิดขึ้นได้ดีและจำได้แม่นยำ แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าโครงสร้างทางสติปัญญา จัดลำดับสับสน ไม่ชัดเจนและไม่มั่นคงแล้ว จะรับรู้และจำความรู้ใหม่ไม่ได้หรือไม่ยอมรับรู้เลย

Ausubel ยืนยันว่าโครงสร้างทางสติปัญญาของบุคคล ที่มีอยู่เดิมเป็นองค์ประกอบ (ปัจจัย) อันแรกที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อการรับความรู้ใหม่อย่างมีความหมาย ความรู้ใหม่จะมีความหมายมากน้อยแค่ไหน และจดจำได้นานเพียงใด ขึ้นอยู่กับ โครงสร้างทางสติปัญญาที่ผู้เรียนมีอยู่เดิม ดังนั้นก่อนที่ผู้สอนจะให้ความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพผู้สอนต้องเพิ่ม (เสริม) ความชัดเจนมั่นคงของความรู้เดิม (ที่เกี่ยวข้องกับความรู้ใหม่ที่จะสอน) ของผู้เรียนก่อนการเพิ่มความแข็งแกร่งของโครงสร้างทางสติปัญญาแก่ผู้เรียน เช่นนี้จะช่วยเอื้อต่อการรับความรู้และความคงทนของความรู้ใหม่

2.4.2 สิ่งช่วยจัดมโนทัศน์

2.4.2.1 ความหมายของสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์

Ausubel (อ้างถึงใน ธิตีรัตน์, 2529) ให้ความหมายของสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ไว้ว่าคือ สิ่งช่วยเตรียมโครงสร้างของระบบความคิดให้ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมองเห็นขอบข่ายของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ ช่วยรวบรวมลักษณะเฉพาะของเนื้อหาในส่วนที่จะเรียน และรวบรวมมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กับเนื้อเรื่อนั้นที่มีอยู่แล้วในโครงสร้างทางสติปัญญาเดิมให้สอดคล้องกัน

กึ่งฟ้า (2525) กล่าวถึงสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ว่า อาจเป็นหลักการหรือมโนทัศน์ที่สำคัญของเรื่องที่เสนอให้ เพื่อประสานความรู้ที่เหมาะสมระหว่างความรู้ใหม่และความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียน

ศักดิ์สิน (2529) สรุปสิ่งจัดมโนทัศน์ว่า หมายถึงสิ่งที่ เป็นบทคัดย่อหลักการทั่วไปหรือมโนทัศน์ที่กว้างครอบคลุมเนื้อเรื่องที่จัดเสนอไว้ก่อนเรียนเรื่องใหม่ เพื่อประสานความรู้ที่เหมาะสม

ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียน

จันทรารม (2532) ได้สรุปสิ่งช่วยจัดมโนคติ หมายถึงสิ่งที่จัดขึ้นเพื่อเตรียมโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมองเห็นขอบข่ายของเนื้อหาอย่างกว้างๆ อาจเป็นหลักการหรือมโนคติที่สำคัญของเรื่องที่เสนอให้แก่อผู้เรียน เพื่อประสานความรู้ที่เหมาะสมระหว่างความรู้ใหม่และความรู้เดิม หรือประสบการณ์เดิม เป็นประโยชน์ต่อความเข้าใจและความคงทนในการเรียนรู้

สุภาสินี (2534) ได้กล่าวถึงสิ่งช่วยจัดมโนคิตล่วงหน้าว่าเป็นสิ่งที่จะช่วยให้ Cognitive Structure ของผู้เรียนแข็งแกร่ง และจดจำความรู้ใหม่ได้นาน

สุวดี (2535) ได้สรุปสิ่งช่วยจัดมโนคติว่า หมายถึง สิ่งที่จัดขึ้นเพื่อช่วยในการเตรียมโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียนอาจเป็นหลักการหรือมโนคติที่สำคัญของเรื่องที่เสนอทำให้ผู้เรียนมองเห็นขอบข่ายของเนื้อหาอย่างกว้างๆ เพื่อประสานความรู้ที่เหมาะสมระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิม หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญาเดิมของผู้เรียนเป็นประโยชน์ต่อความเข้าใจ และความคงทนในการเรียนรู้

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสิ่งช่วยจัดมโนคติ คือสิ่งที่ช่วยประสานความรู้ของผู้เรียนอย่างเหมาะสมระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิม หรือประสบการณ์เดิมเพื่อช่วยให้โครงสร้างทางสติปัญญา (Cognitive Structure) ของผู้เรียนแข็งแกร่ง และจดจำความรู้ใหม่ได้นาน ซึ่งอาจเป็นบทคัดย่อ หลักการทั่วไปหรือมโนคติที่สำคัญของเรื่องที่เสนอให้

2.4.2.2 ชนิดของสิ่งช่วยจัดมโนคติ

Proger และคณะ (อ้างถึงใน ธิติริตัน, 2529) ซึ่งศึกษาสิ่งช่วยจัดมโนคติหลายแบบได้แบ่งสิ่งช่วยจัดมโนคติโดยอาศัยช่วงเวลาของการให้ และการนำเสนอสิ่งช่วยจัดมโนคติในการเรียนการสอนออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. สิ่งช่วยจัดมโนคิตล่วงหน้า (Advance Organizer)
2. สิ่งช่วยจัดมโนคิตระหว่างดำเนินการสอน (Concurrent Organizer)
3. สิ่งช่วยจัดมโนคิตท้ายการสอน (Post Organizer)

Proger และคณะ (อ้างถึงใน ธิติริตัน, 2529) ยังจำแนกแบบของสิ่งช่วยจัดมโนคติออกตามรูปแบบเนื้อหา 4 ชนิด คือ

1. เรื่องย่อ (Content Abstract)
2. โครงเรื่อง (Sentence Outline)
3. คำถามถูกผิด (True-False Pretest)
4. คำถามแบบเติมคำ (Completion Pretest)

Lucas (อ้างถึงใน ธิติริตัน, 2529) แบ่งสิ่งช่วยจัดมโนคติตามลักษณะและรูปแบบการรับสัมผัส 3 แบบ คือ

1. แบบที่ใช้การฟังหรือโสตสัมผัส (Audio Advance Organizer)

2. แบบที่ใช้การเห็นหรือจกซ์ลัมผัส (Visual Advance Organizer)
3. แบบที่เป็นข้อความที่เขียนหรือพิมพ์ (Written Advance Organizer)

Joyce and Weil (อ้างถึงใน สุภาสินี, 2534) แบ่งสิ่งช่วยจัดมโนคติตามแนวคิดของ Ausubel ออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. สิ่งช่วยจัดมโนคติล่วงหน้าแบบอธิบาย (Expository Organizer) สิ่งช่วยจัดมโนคติล่วงหน้าแบบนี้ จะช่วยได้มากเมื่อต้องสอนความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นภาพรวม หรือความสัมพันธ์ของประเด็นหลัก ๆ ที่จะเรียน รวมทั้งประเด็นสำคัญย่อย ๆ ในแต่ละแนวคิดหลักว่ามีอะไรบ้าง (แล้วค่อยไปเรียนรู้รายละเอียดในกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจอย่างสมบูรณ์ภายหลัง)

2. สิ่งช่วยจัดมโนคติแบบเปรียบเทียบ (Comparative Organizers) สิ่งช่วยจัดมโนคติประเภทนี้ เหมาะที่จะใช้สอนมโนคติที่คล้ายคลึงกันกับมโนคติเดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญาของเขาอยู่แล้ว สิ่งช่วยจัดมโนคติแบบเปรียบเทียบนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความแตกต่างระหว่างมโนคติเดิม และมโนคติใหม่หลีกเลี่ยงความสับสนที่อาจเกิดจากความคล้ายคลึงกันของมโนคติทั้งสอง ตัวอย่างเช่น เมื่อสอนเรื่อง การหารยาว ซึ่งเป็นเรื่องใหม่แก่ผู้เรียน สิ่งช่วยจัดมโนคติแบบเปรียบเทียบอาจใช้ช่วยชี้ความเหมือน และความแตกต่างระหว่างการหารและการคูณว่าในการคูณนั้น ตัวตั้งและตัวคูณสามารถสลับที่กันได้ โดยไม่ทำให้ผลลัพธ์เปลี่ยน 3×4 สามารถเปลี่ยนเป็น 4×3 แต่ในการหารนั้นตัวตั้งและตัวหารสลับที่กันไม่ได้เพราะจะมีผลต่อผลลัพธ์ เช่น $6 - 2$ ไม่เท่ากับ $2 - 6$ เป็นต้น สิ่งช่วยจัดมโนคติแบบเปรียบเทียบ จะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างการคูณ และการหารก่อนเรียนรายละเอียดเรื่องการหารยาว

2.4.2.3 ประโยชน์ของสิ่งช่วยจัดมโนคติ

Hartley and Davies (อ้างถึงใน ศักดิ์สินี, 2529) กล่าวถึงสิ่งช่วยจัดมโนคติไว้ดังนี้

1. ในการเรียนมโนติยาก ๆ สิ่งช่วยจัดมโนติามีประโยชน์แก่นักเรียนที่มีความสามารถสูง เพราะช่วยอธิบายความเป็นมาทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้เป็นผลดีต่อนักเรียนที่มีความสามารถต่ำ และผู้ที่มีความเข้าใจเนื้อหาผิด ๆ อีกด้วย

2. ช่วยในการเรียนบทเรียนที่ต้องให้ความรู้พื้นฐานก่อน

Ausubel and Robinson (อ้างถึงใน ศักดิ์สินี, 2529) กล่าวว่าสิ่งช่วยจัดมโนคติจะช่วยเตรียมโครงสร้างทางสติปัญญาสำหรับการเรียนรู้เรื่องใหม่ของผู้เรียนและช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสามารถแยกแยะและมองเห็นความสัมพันธ์ของความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

2.5 รูปแบบการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนคติล่วงหน้า (Advance Organizer Model)

รูปแบบการสอนนี้ Joyce and Weil (อ้างถึงในสุภาสินี, 2534) ได้พัฒนาขึ้นโดยอาศัยแนวความคิดของ Ausubel เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Subject Matter) โครงสร้างทางสติปัญญา (Cognitive Structure) การรับรู้ในการเรียนอย่างกระฉับกระเฉง (Active Reception

Learning) และ สิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้า (Advance Organizer)

2.5.1 Syntax ของรูปแบบการสอน

Syntax ของรูปแบบการสอนประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน (Three Phase of Activity) คือ

ขั้นที่ 1 การนำเสนอสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้า (Presentation of Advance Organizer ซึ่งประกอบด้วย

1. ระบุจุดประสงค์ของบทเรียนที่ชัดเจน
2. นำเสนอสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ ซึ่งบรรจุสิ่งต่อไปนี้
 - ระบุลักษณะเฉพาะทั้งหมด
 - ให้ตัวอย่างหลายตัวอย่าง
 - ให้ภาพรวมของสิ่งที่เรียน
 - การย้ำและทบทวน

ขั้นที่ 2 การเสนอกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการสอน (Presentation of Learning Task or Material)

1. เสนอสื่อการสอนที่มีการจัดระบบของกิจกรรมการเรียนรู้เป็นลำดับอย่างเหมาะสมชัดเจน
2. ทำให้ผู้เรียนคงความสนใจตลอดเวลา

ขั้นที่ 3 การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดระบบการรับรู้กิจกรรมที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายได้แก่

1. ใช้หลักการบูรณาการความรู้ให้กลมกลืน
2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการรับรู้สิ่งที่เรียนอย่างกระฉับกระเฉง
3. ให้ผู้เรียนดึงเอาแนวคิดหลักของเนื้อหาออกมาได้
4. ช่วยขยายความให้ชัดเจน

กิจกรรมต่างๆ ในแต่ละระยะจะช่วยเพิ่มความชัดเจน และความคงทนให้กับเนื้อหาใหม่ ผู้เรียนต้องจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้รับเข้าไป โดยเชื่อมโยงความรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้ และประสบการณ์เดิมในโครงสร้างทางสติปัญญาที่มีอยู่ โดยการวินิจฉัยเคราะห์ความรู้เหล่านั้น

รายละเอียดของรูปแบบการสอนแต่ละระยะมีดังนี้

ขั้นที่ 1 ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 3 กิจกรรม คือ ระบุจุดประสงค์ของบทเรียนให้ชัดเจน นำเสนอสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้า และพิจารณาถึงความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์จะประกอบไปด้วยกลุ่มมโนทัศน์หลักของเรื่องราวหรือเนื้อหาวิชาที่เรียน ซึ่งจะต้อง

1. มีความชัดเจนในความคิด และ กระจัดรัดมากกว่าสื่อการเรียนที่ใช้ในการสอนส่วนที่สำคัญที่เป็นลักษณะเฉพาะของสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์แตกต่างจากการทบทวนหรือการนำเข้าสู่บทเรียน
2. ไม่ว่าจะเป็นสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์แบบอธิบายหรือแบบเปรียบเทียบแนวคิดหลักที่เป็นมโนทัศน์ต้องระบุออกมาอย่างชัดเจน พร้อมกับอธิบายสั้นๆ มีการกล่าวถึงลักษณะที่สำคัญมีคำอธิบายประกอบและยกตัวอย่างให้เห็นในการนำเสนอสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์นั้นไม่ควรยืดเยื้อจนเกินไปแต่ต้องพอเหมาะ

ที่ผู้เรียนจะรู้ได้ทันทีเมื่อเห็นเข้าใจได้อย่างแจ่มชัด และสามารถเชื่อมโยงกับสื่อ หรือกิจกรรม การเรียนการสอนที่นำเสนอ ถ้าเป็นคำศัพท์เฉพาะที่ใหม่ ๆ ผู้สอนสามารถเสนอซ้ำเพื่อเป็นการ เพิ่มเนื้อหาเกี่ยวกับคำนั้นให้ผู้เรียนได้เข้าใจยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 จะเป็นการนำเสนอสื่อการเรียนการสอน ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของการบรรยาย การอภิปราย การชมภาพยนตร์ การทดลอง หรือการอ่าน สิ่งสำคัญ 2 ประการในขณะนี้ คือ

1. การทำให้ผู้เรียนคงความสนใจอยู่ตลอดเวลา และ
2. การจัดระบบของสื่อการเรียนให้ชัดเจน และนำเสนอเป็นลำดับเหมาะสมเพื่อนักเรียน สามารถเห็นทิศทาง และสามารถเชื่อมโยงประสานสัมพันธ์ของแต่ละเนื้อหาที่เรียนได้

ขั้นที่ 3 ก็เพื่อทำให้การจัดระบบความรู้ใหม่ในโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียนแข็งแกร่ง ขึ้น Ausubel ได้ระบุกิจกรรมที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว 4 กิจกรรม คือ

1. การสนับสนุนให้เกิดการบูรณาการความรู้อย่างกลมกลืน ในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ กับโครงสร้างทางสติปัญญาที่ผู้เรียนมีอยู่ ทำได้หลายวิธีโดย

- 1.1 เตือนความจำของผู้เรียนเกี่ยวกับแนวคิดหลักที่เรียน (เป็นภาพรวมใหญ่)
- 1.2 ให้ผู้เรียนสรุปลักษณะเฉพาะหลัก ๆ ของความรู้ใหม่
- 1.3 ให้บทวนคำจำกัดความที่ชัดเจน
- 1.4 ถามถึงความแตกต่างระหว่างประเด็นหลักที่ได้จากแต่ละเนื้อหา
- 1.5 ให้ผู้เรียนอธิบายว่าสื่อการเรียนส่งเสริม หรือสนับสนุน โน้มน้าวหรือข้อความที่นำเสนออย่างไร

2. การจัดสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้อย่างกระฉับกระเฉง ครูสามารถกระตุ้นหรือส่งเสริมให้เกิด ดังนี้

- 2.1 ให้ผู้เรียนอธิบายว่า ความรู้ใหม่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ที่เขามีอยู่แล้ว อย่างไร

- 2.2 ให้ผู้เรียนลองยกตัวอย่างเพิ่มเติมเกี่ยวกับมโนคติ หรือข้อความในกิจกรรมการเรียนรู้

- 2.3 ให้ผู้เรียนอธิบายประเด็นสำคัญของ เนื้อหาด้วยคำพูดของตนเองและอิงสิ่งที่นักเรียนมีอยู่แล้วในโครงสร้างทางสติปัญญา

- 2.4 ให้ผู้เรียนได้พิจารณา หรือวิเคราะห์ โดยการพิจารณาหลายแง่หลายมุม

- 2.5 ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ต่างไปจากความรู้ใหม่ โดยถามให้นักเรียนบรรยายถึงความแตกต่างของเนื้อหาประสบการณ์และนำมาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมได้อย่างไร เชื่อมโยงกันได้ตรงไหน

3. การวิเคราะห์เนื้อหาให้แจ่มแจ้งชัดเจนแก่ผู้เรียน

4. การทำให้เกิดความชัดเจนแจ่มแจ้ง ในกรณีที่ผู้เรียนอาจมีปัญหาเกี่ยวกับสื่อการเรียน บางส่วนที่ยังไม่เข้าใจชัดเจน ผู้สอนอาจช่วยในการอธิบายให้ชัดเจนเพิ่มเติมบทวนสิ่งที่นำเสนอ



ไปแล้วตลอดจนอธิบายการนำความรู้ ไป ใช้ในสถานการณ์ใหม่ในการสอนแต่ละครั้งคงไม่สามารถใช้เทคนิคทั้งหมดใน 4 กิจกรรม ดังกล่าวแล้วควรขึ้นอยู่กับเวลาที่มี หัวข้อของเนื้อเรื่องและสภาพการเรียนรู้ขณะนั้น ๆ เป็นเทคนิคที่ทำให้รูปแบบการสอนมีประสิทธิภาพสมบูรณ์

2.5.2 ระบบสังคม (Social System)

รูปแบบการสอนเน้นโครงสร้างมาก (High Structure) ผู้สอนจะต้องควบคุมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ใช้ ในกิจกรรมการเรียนรู้กับสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ให้ได้ และยังต้องช่วยให้ผู้เรียนแยกความแตกต่างระหว่างความรู้ใหม่ และความรู้เดิมได้ โดยเฉพาะในขั้นที่ 3 ผู้สอนจะมีบทบาทในการดำเนินการ เพื่อช่วยให้โครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียนแข็งแกร่งขึ้น ความสำเร็จของการสอนแบบขึ้นอยู่กับ 1. ผู้เรียนปรารถนา (Desire) ที่จะผสมผสานความรู้ใหม่ให้กลมกลืนกับความรู้เดิม และ 2. คุณภาพของสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้า และการจัดลำดับกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Task or Materials) ของครู

2.5.3 หลักการตอบสนอง (Principle of Reaction)

การตอบสนองของครูนั้นควรกระทำเพื่อสนองเป้าหมาย ที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของสิ่งที่เรียนใหม่อย่างแจ่มชัด

2.5.4 สิ่งสนับสนุน (Support System)

สิ่งที่ช่วยสนับสนุนให้การสอน โดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้ามีประสิทธิภาพ ได้แก่

2.5.4.1 สื่อต่าง ๆ ที่ได้รับการจัดระบบเป็นอย่างดี

2.5.4.2 สิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้าที่มีประสิทธิภาพ

สิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้ามีประโยชน์ต่อผู้เรียนมาก โดยเฉพาะในการสอนมโนติยากๆ ทั้งนี้ เพราะสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้าจะช่วย 1. เชื่อมโยงความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่แล้วให้เข้ากับความรู้ใหม่ที่จะเรียนต่อไป และ 2. ช่วยอธิบายความสัมพันธ์หรือภาพรวมของเนื้อหาที่จะเรียนใหม่ จึงช่วยให้การเรียนรู้ง่ายขึ้น และถ้าสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์มีความชัดเจนเที่ยงตรงและจัดลำดับไว้ดีแล้วจะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำได้มากนอกจากนี้ยังใช้ได้ดีในการเรียนที่ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานด้วย

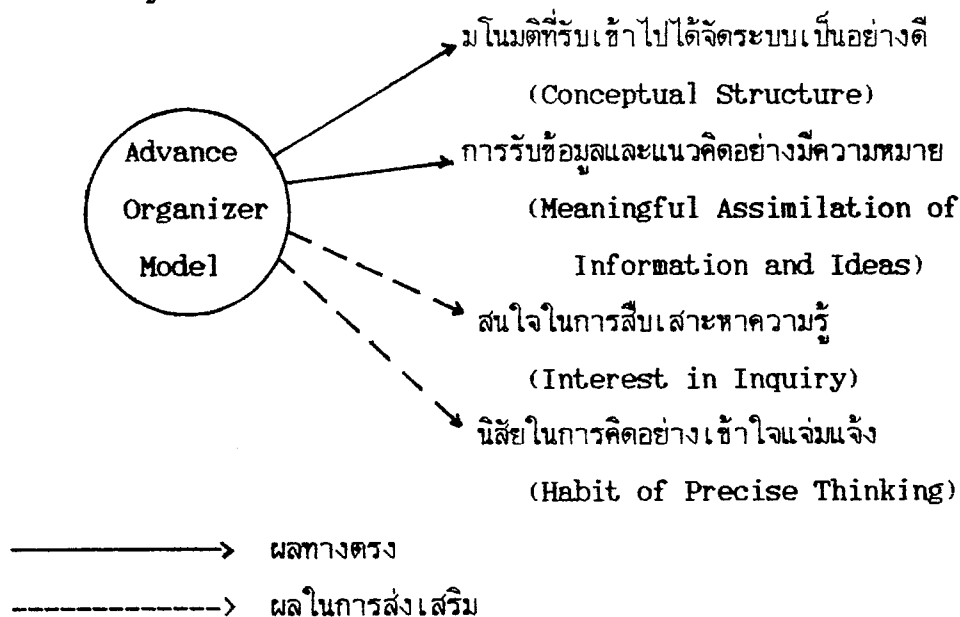
สิ่งที่ยากที่สุดสำหรับครูในการนำรูปแบบการสอนนี้ไปใช้ ได้แก่การสร้างสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้าผู้ที่จะสามารถสร้างสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้าได้ดี จะต้องเป็นผู้ที่เข้าใจเนื้อหาวิชาเป็นอย่างดีมองเห็นลำดับการจัดโครงสร้างของเนื้อหาวิชานั้น ๆ

2.5.5 การนำไปใช้

รูปแบบการสอนนี้ใช้ได้ทุกระดับชั้น เพื่อให้ผู้เรียนรอบรู้เนื้อหา ซึ่งเป็นการเสนอข้อมูลแบบอนุมาน (Deductive) นั้นเอง และ จะใช้ได้ดียิ่งเมื่อต้องถ่ายทอดเนื้อหาที่สลับซับซ้อน หรือเนื้อหาที่ต้องอาศัยความรู้เดิม

Joyce and Weil (อ้างถึงใน สุภาสินี, 2534) ได้กล่าวถึงการสอน โดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้าจะเกิดผลโดยตรงแก่นักเรียน คือทำให้มโนทัศน์ที่ได้รับเข้าไปได้รับการจัดระบบเป็น

อย่างดีเกิดการรับข้อมูลและแนวคิดอย่างมีความหมาย และมีความคงทนนอกจากนี้ยังให้ผลโดยอ้อมคืออาจจะทำให้ผู้เรียนสนใจการสืบเสาะหาความรู้ และมีนิสัยการคิดอย่างเข้าใจแจ่มแจ้ง ดังแสดงในแผนภูมิที่ 6



แผนภูมิที่ 6 แสดงผลโดยตรงและผลในทางส่งเสริมของการใช้รูปแบบการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้า (Joyce and Weil อ้างถึงใน สุภาสินี, 2534)

2.6 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.6.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2520) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึงพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบอันเป็นวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา และทำให้เกิดความเจริญงอกงามทางสติปัญญาในขณะที่ทำการค้นคว้าทดลอง

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ

สุรพงษ์ (2527) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายกระบวนการประกอบกัน

การุณี (2529) ได้ให้นิยามของคำว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าทดลอง ปฏิบัติการ ผู้ทดลองต้องใช้ทักษะในการปฏิบัติการ และความคิดควบคู่กันไป

ฤทัย (2530) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ข้อเท็จจริง หรือแก้ปัญหาต่างๆ นั้นเอง

อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์อาจจะไม่ได้ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการทั้งหมด หรืออาจจะกระทำกระบวนการได้ก่อนหรือหลังก็ได้

ประภาพันธุ์ (2531) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติฝึกฝน ความนึกคิดอย่างมีระบบของคน ที่แสดงออกเพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือใช้ในการแก้ปัญหา และเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ต้องอาศัยความคิดในระดับต่าง ๆ มาทำการแก้ปัญหา

ประภาศรี (2531) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบและเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ต้องอาศัยความคิดในระดับต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการแสวงหาความรู้ใหม่ หรือค้นคว้าสิ่งที่ยังไม่รู้ และใช้ในการค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการ และกฎ หรือใช้ในการแก้ปัญหา

เสริมชัย (2532) กล่าวว่าทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง พฤติกรรม วิธีการหรือแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการปฏิบัติการ หรือใช้ในการศึกษาค้นคว้าทดลอง เพื่อหาคำตอบ ความจริง และพิสูจน์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวเกิดจากการปฏิบัติหรือฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ

บัวศรี (2532) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ และเป็นกระบวนการทางปัญญา ที่ต้องอาศัยความคิดในระดับต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา หรือแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการ กฎ ก่อให้เกิดความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น

ทัศนียา (2532) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ค้นหาสิ่งที่ยังไม่รู้ หรือใช้ในการแก้ปัญหา

เดชา (2535) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง วิธีการหรือแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ๆ หรือค้นหาสิ่งที่ยังไม่รู้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งจัดเป็นกระบวนการทางสติปัญญา (Cognitive Process) ที่ต้องอาศัยความคิดในระดับต่าง ๆ มาดำเนินการแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งอาจจะเรียกอย่างหนึ่งได้ว่าวิธีการสืบเสาะหาความรู้แบบวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) หรือแนวทางในการแสวงหาคำตอบของนักวิทยาศาสตร์

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และ ฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหา หรือการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ต้องอาศัยความคิดในระดับต่าง ๆ เพื่อก่อให้เกิดความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น

2.6.2 การจำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Sund และ Trowbridge (1969) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้คือ

1. ทักษะที่เกี่ยวกับการแสวงหาความรู้ (Acquisitive Skills)
2. ทักษะที่เกี่ยวกับการจัดกระทำข้อมูล (Organizational Skills)
3. ทักษะที่เกี่ยวกับการสร้างสรรค์ (Creative Skills)
4. ทักษะที่เกี่ยวกับการปฏิบัติ (Manipulative Skills)
5. ทักษะที่เกี่ยวกับการสื่อความหมาย (Communicative Skills)

Klopfer (1971) กล่าวถึง ทักษะในการสืบสวนสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยจำแนกไว้ 4 ทักษะกระบวนการ คือ

1. การสังเกต และการวัด
2. การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา
3. การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป
4. การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลอง หรือทฤษฎีต่าง ๆ

พจน์ (อ้างถึงใน ภพ, 2534) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 9 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการบันทึกข้อมูลและการสื่อความหมาย
4. ทักษะการจัดกระทำข้อมูล
5. ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
6. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
7. ทักษะการออกแบบและดำเนินการทดลอง
8. ทักษะการคำนวณ
9. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science หรือ AAAS) โดยคณะกรรมการสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา (Commission on Science Education) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหลักสูตร Science - A Process Approach (SAPA) ไว้ 13 ทักษะดังนี้ (อ้างถึงในกิ่งฟ้า, 2525)

ทักษะขั้นพื้นฐานหรือเบื้องต้น (Basic Science Process Skills) ประกอบด้วย

1. การสังเกต (Observing)
2. การวัด (Measuring)
3. การจัดจำแนกประเภท (Classifying)
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและระหว่างสเปซกับเวลา (Space/Space and Space/Time Relationships)

5. การใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ (Using Numbers)
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing and Communicating)
7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
8. การทำนายหรือการพยากรณ์ (Prediction)
- ทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) มี 5 ทักษะดังนี้
9. การตั้งหรือการสร้างสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
10. การกำหนดคำนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)
12. การทดลอง (Experimenting)
13. การตีความหมายจากข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion)

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525) ได้ศึกษาและวิเคราะห์สมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ โดยร่วมกันศึกษาผลงานที่ได้มีผู้ทำได้ ตลอดจนรวบรวมประสบการณ์ต่าง ๆ จากการอบรมครูวิทยาศาสตร์ทั่วประเทศของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถภาพสำคัญที่ครูวิทยาศาสตร์ควรจะได้รับ การฝึกฝน โดยมีรายละเอียดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง รวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัสเพื่อให้ได้ข้อมูลของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วยข้อมูลจากการสังเกตมี 2 ประเภท คือ

(1) ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ และสมบัติของวัตถุ หรือปรากฏการณ์ที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง

(2) ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียด หรืออาจบอกโดยการกะประมาณเกี่ยวกับปริมาณ เช่น ขนาด มวล อุณหภูมิ เป็นต้น ข้อมูลเชิงปริมาณ จะช่วยบอกรายละเอียดชัดเจนกว่าข้อมูลเชิงคุณภาพ

ข้อมูลจากการสังเกตจะละเอียดชัดเจนยิ่งขึ้นถ้ามีข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงรวมอยู่ด้วย ดังนั้นในการสังเกตวัตถุใด ๆ มักจะมีการกระทำอะไรบางอย่างที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก่วัตถุ แล้วสังเกตผลจากการกระทำนั้นสิ่งที่ควรสังเกตอย่างระมัดระวัง คือ ลักษณะของสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและลำดับหลังของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

2. ทักษะการวัด

ทักษะการวัด เป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่งในการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการสังเกต ทักษะการวัด หมายถึงความสามารถในด้านต่อไปนี้คือ

- เลือกเครื่องมือที่ใช้วัดได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด
 - ใช้เครื่องมือนั้น ๆ วัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว
- การวัดสิ่งของใด ๆ จะต้องคำนึงถึงความถูกต้อง (Accuracy) และความแม่นยำ (Precision) ของการวัดด้วย ความถูกต้องหมายถึง ค่าที่วัดได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงนั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้วัด ถ้าเครื่องมือมีคุณภาพต่ำ ค่าที่วัดได้จะห่างไกลกับค่าที่แท้จริงมากส่วนความแม่นยำของการวัดหมายถึง ค่าที่วัดได้แต่ละครั้งมีค่าใกล้เคียงกันมากถือว่ามีความแม่นยำสูงถึงแม้ว่าค่าที่วัดได้จะห่างจากมาตรฐานก็ตาม โดยทั่วไปแล้วในการวัดหลาย ๆ ครั้งจะได้ค่าไม่เท่ากันแต่จะคิดออกมาเป็นค่าเฉลี่ย
- อ่านค่าที่ได้จากการวัดถูกต้องรวดเร็ว และใกล้เคียงกับความเป็นจริง พร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอตัวเลขที่อ่านและบันทึกนั้นแสดงความละเอียดมากน้อยต่างกัน

3. ทักษะการคำนวณ

การคำนวณ หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัดการทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการนับ การบวก การลบ การคูณ การหาร การหาค่าเฉลี่ย ยกกำลัง หรือการถอดราก เป็นต้น และ ใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจน หรือให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายในเชิงสถิติ เพื่อประโยชน์ในการแปลความหมาย และสรุปผลต่อไป

4. ทักษะการจำแนก

ทักษะการจำแนกเป็นทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการศึกษา และจดจำสิ่งเหล่านั้นโดยอาศัยเกณฑ์บางอย่างในการจำแนก บางครั้งอาจจะมีปัญหาในการเลือกเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทโดยไม่ทราบว่า จะจัดเข้าพวกใด ให้ถือหลักกว้าง ๆ ว่าจะใช้หลักเกณฑ์ใดก็ตามวิธีที่ดีที่สุด คือทำให้สามารถแยกประเภท และระบุชนิดต่าง ๆ ของวัตถุได้โดยเด็ดขาด

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และ มิติกับเวลา

"มิติ" หมายถึง ความกว้าง ความยาว หรือความสูง (ความหนา) ของวัตถุ การศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นในการศึกษาค้นคว้าวิทยาศาสตร์ทุกแขนงทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ จะช่วยพัฒนาความสามารถในการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ดังกล่าวเพราะทักษะนี้คือความสามารถในการกระทำ ต่อไปนี้

- (1) วาดรูปสามมิติของวัตถุธรรมดาได้
- (2) ชี้บ่ง และบอกจำนวนเส้นสมมาตรของรูปสองมิติและระนาบสมมาตรของรูปสามมิติได้
- (3) บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูปสองมิติและรูปสามมิติได้ ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างรูปสองมิติและรูปสามมิติได้แก่

- เมื่อหมุนรูปสองมิติรอบเส้นสมมาตรเส้นใดเส้นหนึ่งรูปสองมิตินั้นก็จะ เป็นรูปสามมิติบางรูปได้ เช่น รูปสามเหลี่ยมเกิดรูปกรวย รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเกิดรูปทรงกระบอก

- เมื่อมองมุมใดมุมหนึ่งของรูปสามมิติจะเห็นเป็นรูปสองมิติได้ เช่นรูปทรงกระบอกจะเห็นเป็นรูปสี่เหลี่ยม และวงกลม

- ความสัมพันธ์ของรูปสามมิติ และรูปสองมิติเกี่ยวกับเงา เช่น ถ้าฉายไฟไปที่รูปทรงกระบอกจะเกิดเงาเป็นรูปสี่เหลี่ยมหรือวงกลม

- เมื่อตัดรูปสามมิติจะเกิดพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสองมิติ เช่น เมื่อตัดทแยงรูปทรงกระบอกจะเกิดพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปวงรี

(4) บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระบอกเงาว่า เป็นซ้าย หรือขวาของกันอย่างไร

(5) บอกความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้

(6) บอกความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลาได้ คือ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึงการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่ได้นี้อาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลองการลงความคิดเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันอาจแตกต่างกันได้ เพราะมีประสบการณ์ต่างกัน ดังนั้นเมื่อนักวิทยาศาสตร์พบวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ มักจะลงความคิดเห็นจากข้อมูลนี้อาจเป็นไปได้หลายๆ อย่าง ต่อจากนั้นจะมีการตรวจสอบว่าการลงความคิดเห็นข้อใดมีเหตุผลสนับสนุนอย่างเพียงพอ

7. ทักษะการสื่อความหมาย

การสื่อความหมายเป็นการนำข้อมูลที่ได้จาก การสังเกต การวัด หรือการทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมาย หรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นจนง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไปในทางวิทยาศาสตร์อาจทำได้หลายรูปแบบ ดังนี้

(1) คำพูดหรือบรรยาย หมายถึงข้อความที่รัดกุมชัดเจนที่แสดงความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องในแง่เหตุและผล

(2) สัญลักษณ์ หมายถึงตัวอักษร หรือเครื่องหมายที่ตกลงกันไว้เพื่อแทนข้อความบางอย่าง ทั้งนี้เพื่อให้รัดกุม สะดวกและง่ายต่อการเข้าใจยิ่งขึ้น

(3) สมการทางวิทยาศาสตร์ ในบางครั้งการสื่อความหมายโดยใช้คำพูดหรือคำบรรยายยังไม่รัดกุมและง่ายต่อการเข้าใจ ถ้าใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ทางวิทยาศาสตร์จะง่ายต่อการเข้าใจ

(4) ไดอะแกรมเป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในแผนภาพโดยปกติแล้วไดอะแกรมมักจะแสดงให้เห็นเฉพาะส่วนที่เป็นหลักการ หรือส่วนสำคัญเท่านั้น โดยจะเว้นส่วนที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยทั้งหลายไว้ ดังนั้น ไดอะแกรมจึงเป็นแผนภาพที่ง่ายไม่ซับซ้อน แต่ก็ยังแสดงให้เห็นส่วนสำคัญของเรื่องนั้น ๆ

(5) แผนที่ คือแผนภาพที่แสดงอาณาเขตหรือบริเวณพื้นที่เอาไว้ เพื่อแสดงให้เห็นข้อมูล

การเปลี่ยนแปลงของส่วนต่าง ๆ ของข้อมูลในบริเวณพื้นที่นั้น

(6) แผนภาพหรือรูปภาพ คือรูปภาพเกิดจากการวาดหรือถ่ายจากของจริง เพื่อแสดงให้ข้อมูลต่าง ๆ

(7) แผนภูมิแท่งและแผนภูมิวง เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการนำเสนอข้อมูล

(8) ตาราง เป็นการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ หรือทดลองเพื่อสะดวกในการดู และง่ายต่อการแปลความหมายต่อไป

(9) กราฟเป็นการนำเสนอข้อมูลโดยการนำข้อมูลมาเขียนลงในกระดาษกราฟเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ

จะเห็นได้ว่า การสื่อความหมายข้อมูลทำได้หลายแบบ ซึ่งจะเลือกรูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล วัตถุประสงค์ของงานที่จะศึกษา เพื่อสะดวก และง่ายต่อการแปลความหมาย และสรุปข้อมูลในขั้นต่อไป

8. ทักษะการทำนาย

การทำนาย คือ การคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนี้มาช่วย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (Interpolating) และภายนอกขอบเขตของข้อมูล (Extrapolation) เราสามารถทดสอบผลของการทำนายได้โดยการสังเกตซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพราะการทำนายเป็นการคาดคะเนผลการสังเกตในอนาคตได้อย่างไรนั้นเอง การทำนายมีพื้นฐานอยู่บนความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สังเกตได้ ดังนั้นการทำนายจะเที่ยงตรงแม่นยำได้ก็ต่อเมื่อสังเกตได้อย่างละเอียดละออรอบคอบ และระมัดระวัง

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

สมมติฐาน คือ ข้อความที่เป็นไปได้ที่ตั้งขึ้นโดยยังไม่มี การทดสอบรับรอง แต่ข้อความที่เป็นไปได้ชั่วคราวนี้จะใช้อธิบายปัญหาที่พบได้ หรือจะใช้บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้น ๆ ได้ เนื่องจากสมมติฐานยังไม่ได้มีการทดสอบยืนยันว่าจริงหรือไม่ สมมติฐานจึงอาจผิดทั้งหมด ถูกทั้งหมด หรือถูกบ้างผิดบ้างก็ได้ในบางส่วน เมื่อตั้งสมมติฐานแล้วก็จะต้องมีการทดลองเพื่อหาข้อมูล เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น ๆ ถ้าข้อมูลได้ผล ตรงข้ามสมมติฐาน สมมติฐานนั้นก็จะถูกยกเลิกไป แต่ถ้าข้อมูลสนับสนุนเพียงบางส่วน สมมติฐานก็จะถูกปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดสอบโดยการทดลองในครั้งต่อไป สมมติฐานที่ได้รับการทดสอบยืนยันว่าเป็นความจริง แล้วนั้นอาจจะกลายเป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีก็ได้แต่กรณี สมมติฐานที่ดีนั้นควรมีขอบเขตกว้างขวาง ครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับ ปัญหาให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

10. ทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ

คำนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นการให้ความหมายของคำ คำศัพท์เฉพาะ โดยใช้ภาษาง่าย ๆ ชัดเจนไม่กำกวม ในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ มีสาระสำคัญ 2 ประการ คือ

(1) ระบุสิ่งที่สังเกตุ

(2) ระบุการกระทำ ซึ่งอาจได้จากการวัด ทดสอบ หรือจากการทดลองสิ่งที่ควรคำนึงในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ คือควรใช้ภาษาที่ชัดเจนไม่กำกวม อธิบายถึงสิ่งที่สังเกตได้ ระบุการกระทำไว้ด้วย และอาจมีคำนิยามเชิงปฏิบัติการมากกว่าหนึ่งนิยามก็ได้ คำนิยามหนึ่งอาจเหมาะสมกว่าอีกนิยามหนึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์ สิ่งแวดล้อมและเนื้อหาในบทเรียนนั้น

11. ทักษะการควบคุมตัวแปร

ในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ถ้าสามารถระบุปัญหาได้ว่าเป็นอะไรก็จะช่วยให้ตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหาได้ซึ่งจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ อีกหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อการทดลอง ทำให้ผลการทดลองเปลี่ยนไป ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้เรียกว่าตัวแปร ซึ่งแบ่งออกเป็นสามชนิด คือ

(1) ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent Variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา หรือเป็นตัวแปรที่ต้องการทดลองดูว่าจะส่งผลให้เกิดเหตุการณ์นั้นจริงหรือไม่

(2) ตัวแปรตาม (Dependent Variable) เป็นตัวแปรที่ขึ้นกับตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนไป ตัวแปรตามก็จะเปลี่ยนไปด้วย

(3) ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) คือตัวแปรต้นอื่น ๆ ที่เราไม่สนใจที่จะศึกษาที่อาจจะมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน ทั้งนี้เพราะต้องการศึกษา อิทธิพลของตัวแปรต้นชนิดเดียวเท่านั้น

การควบคุมตัวแปร หมายถึงการควบคุมตัวแปรต้นอื่นๆ ที่ยังไม่ต้องการศึกษาให้คงที่ เพื่อให้ตัวแปรต้นเหล่านี้มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

12. ทักษะการทดลอง

การทดลองเป็นกระบวนการที่รวมเอากระบวนการต่าง ๆ ได้แก่การออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์ การดำเนินการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าเป็นจริงหรือไม่ ก่อนการทดลองนั้นจะต้องมีปัญหาก่อน จากปัญหานี้จะทำให้เราแยกประเภทตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องว่ามีอะไรบ้าง แล้วจึงเลือกตัวแปรที่เกี่ยวข้องนี้มาตั้งสมมติฐานต่อมาจึงถึงขั้นการออกแบบการทดลองเพื่อควบคุมตัวแปร เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมแล้วดำเนินการทดลองต่อไป

13. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล คือ ความสามารถในการที่จะบอกความหมายของข้อมูลซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสนใจในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลนั้นจะนำไปสู่การทํานาย การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐานส่วนการสรุปผลนั้นเป็นการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมดสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการทดลองนั้น

จากการศึกษาเกี่ยวกับการจำแนกประเภท หรือองค์ประกอบของ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าการศึกษาแต่ละท่านยังมีความคิดเห็นที่แตกต่างกันออกไป แต่ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะยึดแนวความคิดในการจำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร Science-a Process Approach (SAPA) ซึ่ง The American Association for The Advancement

of Science หรือ AAAS ได้เสนอไว้ในปี 1971 เช่นเดียวกับคณะกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย เป็นแนวทางในการศึกษาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวกับการสอนตามแนวความคิดของ Suchman โดยใช้ การสอนแบบ Inquiry Training ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ภายในประเทศ

ทัศนียา (2532) ทำการวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการใช้รูปแบบการสอน Inquiry Training และการสอนปกติในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่องแสงและไฟฟ้า ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมอดินแดง มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนห้องละ 39 คน และ 38 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) แล้วใช้วิธีจับฉลากแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองสอนโดยใช้รูปแบบการสอน Inquiry Training และ กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ รูปแบบการวิจัยใช้แบบ Compromise Experimental Group-Control Group Design นำคะแนนที่ได้มาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ ข้อมูลโดยใช้ T-Test

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ซึ่งสอนโดยใช้รูปแบบการ สอน Inquiry Training สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม ซึ่งสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แต่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มควบคุม และ กลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการสอนตามแนวความคิดของ Suchman โดยใช้ การสอนแบบ Inquiry Training ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์

Yang, (1988) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการสอน Inquiry และการสอนแบบ อธิบายในห้องเรียนขนาดใหญ่ (มากกว่า 30 คน) ในเนื้อหาวิชาชีววิทยาเป็นเวลา 1 ภาคเรียน ห้องทดลอง (เป็นนักเรียนเกรด 7, N=392) แล้วทำการสุ่มเพื่อเป็นกลุ่มทดลอง มีทั้งหมด 3 กลุ่ม ซึ่งได้รับการสอนในรูปแบบที่แตกต่างกัน คือการสอนแบบ Inquiry Training Guided Inquiry และ Advanced Organizer ส่วนกลุ่มควบคุม (N=320) ซึ่งอยู่ในโรงเรียน เขตเดียวกันได้รับการสอนแบบอธิบาย ทำการทดสอบ Pretest, Midtest และ Posttest เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การให้เหตุผลและการนำไปใช้ และทักษะการแก้ปัญหา โดยการ วิเคราะห์ตัวแปรร่วม (Analysis of Covariance) และใช้ Tukey's Test ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมในทุกตัวแปรแต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ

การคิดเชิงอุปนัยของกลุ่มทดลองแต่ละกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.7.3 งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวกับการสอนตามแนวความคิดของ Ausubel โดยใช้การสอนแบบใช้สิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้า (Advance Organizer) ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์

ศักดิ์ลิน (2529) ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยาเรื่อง กลไกสังเคราะห์แสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนตามหลักของ Ausubel กับ การสอนตามแนวหลักสูตรปัจจุบัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน คณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา 2527 โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่มมา 2 ห้องเรียน กลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนตามหลักการของ Ausubel โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ และบทสรุปล่วงหน้า (Advance Organizer) เป็นสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้า ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามแนวหลักสูตรปัจจุบัน เครื่องมือที่ใช้ทำการวิจัยประกอบด้วย แผนการสอน และบทเรียนเรื่องกลไกการสังเคราะห์แสง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตาม หลักการของ Ausubel มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวหลักสูตรปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธิตีรัตน์ (2529) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลของการใช้สิ่งช่วยจัดมโนทัศน์แบบต่างๆ ก่อนการเรียนจากบทเรียนโปรแกรมที่มีต่อการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 128 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 32 คน กลุ่มควบคุม เรียนจากบทเรียนโปรแกรมที่ไม่มีสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนจากบทเรียนโปรแกรมที่มีสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ ก่อนการเรียนแบบโครงเรื่อง กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนจากบทเรียนโปรแกรมที่มีสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ ก่อนการเรียนแบบสรุปย่อเรื่อง กลุ่มทดลองที่ 3 เรียนจากบทเรียนโปรแกรมที่มีสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ ก่อนการเรียนแบบคำถามเชิงอัตนัย ผลของการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีและ ไม่มีสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ก่อนการเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมไม่มีความแตกต่างกัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ก่อนการเรียน โปรแกรมไม่แตกต่างกัน

กาญจนา (2534) ได้ศึกษาผลของสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ก่อนการเสนอสไลด์เทปที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการจำวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเรื่องน้ำ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมชนวังสะพุง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 120 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเรื่องน้ำ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนจากการเสนอสไลด์เทปที่ไม่มีสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์และที่มีสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ 3 แบบ คือแบบเรื่องย่อ แบบโครงเรื่อง และแบบคำถามเชิงอัตนัย ก่อนการเสนอสไลด์เทปแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่เรียนจากการเสนอสไลด์เทป ที่มีสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์แบบเรื่องย่อ มีผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนและความคงทนในการจำสูงที่สุด รองลงมาคือการเสนอสไลด์เทปที่มีสิ่งช่วยจัดมโนคติแบบโครงเรื่อง การเสนอสไลด์เทปที่มีสิ่งช่วยจัดมโนคติแบบคำถามเชิงอรรถ และกลุ่มที่เรียนจากการเสนอสไลด์เทปที่มีสิ่งช่วยจัดมโนคติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำต่ำที่สุด

มานพ (2534) ได้ทำการศึกษาผลการใช้สิ่งช่วยจัดมโนคติแบบต่าง ๆ ก่อนการเสนอเทปโทรทัศน์ที่มีผลต่อการเรียนรู้และความคงทนในการจำวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ เพื่อศึกษาผลการใช้สิ่งช่วยจัดมโนคติแบบต่าง ๆ คือ แบบเรื่องย่อ แบบโครงเรื่อง และแบบคำถามเชิงอรรถ ก่อนการเสนอเทปโทรทัศน์ที่มีผลต่อการเรียนรู้และความคงทนในการจำวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการสืบพันธุ์ของสัตว์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการนำเทปโทรทัศน์มาใช้ในการกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งกำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนน้ำพองศึกษา อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 150 คน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติแบบต่าง ๆ คือแบบเรื่องย่อ แบบโครงเรื่อง และแบบคำถามเชิงอรรถ กับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติ ก่อนการเสนอเทปโทรทัศน์ที่มีผลการเรียนรู้ และความคงทนในการจำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มนักเรียนที่ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติแบบเรื่องย่อ และแบบคำถามเชิงอรรถมีผลการเรียนรู้และความคงทนในการจำสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ไม่ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติ ก่อนการเสนอเทปโทรทัศน์ และพบว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติต่างแบบกันก่อนการเสนอเทปโทรทัศน์ มีผลการเรียน และความคงทนในการจำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มนักเรียนที่ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติแบบเรื่องย่อและแบบคำถามเชิงอรรถ มีผลการเรียนรู้ และความคงทนในการจำสูงกว่า กลุ่มนักเรียนที่ไม่ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติ ก่อนการเสนอเทปโทรทัศน์ ผลการวิจัยยังพบว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติต่างแบบกันก่อนการเสนอเทปโทรทัศน์มีผลการเรียนรู้ และความคงทนในการจำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่นักเรียนที่ได้รับ สิ่งช่วยจัดมโนคติแบบเรื่องย่อ และแบบคำถามเชิงอรรถมีผลการเรียนรู้ และ ความคงทนในการจำสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติแบบโครงเรื่องก่อนการเสนอเทปโทรทัศน์ ผลการวิจัยยังพบว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติแบบเรื่องย่อกับกลุ่มนักเรียนที่ได้รับแบบคำถามเชิงอรรถ ก่อนการเสนอเทปโทรทัศน์ มีผลการเรียนรู้และความคงทนในการจำไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ผลการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่านักเรียนมีความคิดเห็นที่ต่อการนำเทปโทรทัศน์มาใช้ในการกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

พรพิมล (2535) ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนรู้สูงและต่ำ ที่ไม่ได้รับและ ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติแบบคำถามเชิงอรรถที่ให้อ่าน ระหว่างและหลังการศึกษาจากสไลด์เทป และเพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถทางการเรียนรู้กับตำแหน่งของสิ่งช่วยจัดมโนคติแบบคำถามเชิงอรรถ ในสไลด์เทปเรื่อง

"น้ำ" ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสนามบิน อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 120 คน จำนวน 4 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) และดำเนินการทดลองแบบ The Multigroup Posttest Only Design กลุ่มควบคุมศึกษาเนื้อหาจากสไลด์เทปเพียงอย่างเดียว ส่วนกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 จะได้รับก่อนการเสนอเนื้อหา กลุ่มที่ 2 ได้รับระหว่างการเสนอเนื้อหาและกลุ่มที่ 3 ได้รับหลังการเสนอเนื้อหาการวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสององค์ประกอบ (Two Way Analysis of Variance) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Newman Keuls Test

ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเรื่อง "น้ำ" ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนจากสไลด์เทปที่ไม่ได้รับและได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติแบบคำถามเชิงอัตนัยในตำแหน่งที่ต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งพบความแตกต่างดังนี้ กลุ่มนักเรียนที่ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติแบบคำถามเชิงอัตนัยก่อนการเสนอเนื้อหา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสุด โดยสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่ได้รับหลังและระหว่างการเสนอเนื้อหาตามลำดับ และกลุ่มผู้เรียนที่ไม่ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติในการเรียน จากสไลด์เทปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่สุด นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติแบบคำถามเชิงอัตนัย ที่ให้หลังการเสนอเนื้อหา กับกลุ่มผู้เรียนที่ไม่ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติอีกด้วย และพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถทางการเรียนรู้กับตำแหน่งช่วยจัดมโนคติแบบคำถามเชิงอัตนัยจากการเสนอในสไลด์เทป

2.7.4 งานวิจัยในต่างประเทศเกี่ยวกับการสอนตามแนวความคิดของ Ausubel โดยใช้การสอนแบบใช้สิ่งช่วยจัดมโนติล่วงหน้า (Advance Organizer) ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์

Lucus (อ้างถึงใน ศักดิ์สิน, 2529) ได้ศึกษาถึงผลของการใช้สิ่งช่วยจัดมโนติก่อนการนำเสนอบทเรียนที่เป็นเนื้อหาวิชาชีววิทยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 120 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนติก่อนการนำเสนอบทเรียนที่เป็นเนื้อหาวิชาชีววิทยา กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 120 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนติก่อนนำเสนอบทเรียนแตกต่างกัน 3 แบบ คือแบบใส่ตัวสลับแบบจับคู่ตัวสลับ และแบบข้อความที่เสนอในรูปแบบใหม่ กลุ่มควบคุมให้เรียนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า การให้สิ่งช่วยจัดมโนติก่อนการนำเสนอบทเรียน ไม่ทำให้ผลการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุมทุกกรณี เมื่อแยกวิเคราะห์ความแบบของสิ่งช่วยจัดมโนติที่นำเสนอระดับสติปัญญาของผู้เรียนระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางนามธรรมและเพศ เขาได้อภิปรายผลการทดลองไว้ว่า อาจเป็นเพราะประสบการณ์เดิมของกลุ่มตัวอย่างก็ได้

Lantz (อ้างถึงใน ศักดิ์สิน, 2529) ได้ทดลองกับนักเรียนเกรด 3 จำนวน 100 คน เนื้อหาเรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ กลุ่มทดลองได้รับสิ่งช่วยจัดมโนคติแบบข้อความผลมกรานิก และแบบสรุปข้อเท็จจริงท้ายบท กลุ่มควบคุมไม่ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนติผลการทดลอง ปรากฏว่าสิ่ง

ช่วยจัดมโนมติมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของบทเรียนทุกระดับ ความสามารถในการเรียนรู้และยังช่วยให้เด็กเรียนทำข้อสอบหลังการเรียน และ ทำข้อสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

Dennis (1984) ได้ศึกษาผลการใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้ากับการสอนซ้ำของนักเรียนชั้นมัธยมปลายในวิชาชีววิทยา โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 4 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่มดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้า และการสอนโดยสไลด์เทป 2 ครั้ง

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับมโนมติล่วงหน้า และการสอนโดยสไลด์เทป 1 ครั้ง

กลุ่มทดลองที่ 3 ได้รับการสอนโดยสไลด์เทป 1 ครั้ง

ผลการวิจัยพบว่า การสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้าการสอนซ้ำ หรือการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้ากับการสอนซ้ำ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเรียนรู้หลักการได้โดยไม่ต้องใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้าหรือการเรียนซ้ำก็ได้

Cliburn (1986) ทำการวิจัยเรื่องการใช้แผนผังมโนมติเป็นสิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้าในการสอนตามหลักการของ Ausubel ของนักศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชากายวิภาค และสรีรวิทยากับการสอนปกติ บรรยายลำดับเนื้อหาตามตำรากลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เรียนกายวิภาค มหาวิทยาลัย Mississippi เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์แบบปรนัย 30 ข้อ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ จึงชี้ให้เห็นว่าการสอนโดยใช้แผนผังมโนมติเป็นสิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้าเป็นวิธีการสอนที่ดีที่จะปรับปรุงการเรียนรู้ที่มีความหมายและมีผลต่อความคงทนในการเรียนรู้

Lewis (1986) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้า กับการอ่านเนื้อหาว่าง ๆ แล้วจึงทำการทดลองในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 4 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 ได้รับการใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้าก่อนกลุ่มที่ 2 ได้รับการอ่านเนื้อหาว่าง ๆ กลุ่มที่ 3 ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้าและการอ่านเนื้อหาว่าง ๆ กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุมไม่ได้รับทั้ง 2 วิธี ผลการศึกษพบว่ากลุ่มที่ได้รับสิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้าหรือกลุ่มที่ได้รับการอ่านเนื้อหาว่าง ๆ ง่าย ๆ มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ถ้าใช้ทั้ง 2 วิธีร่วมกัน ผลสัมฤทธิ์จะสูงกว่าใช้วิธีหนึ่งเพียงอย่างเดียว แต่ผลการใช้แบบสอบถามความคิดเห็นหลังจากการเรียนไม่ชี้ชัดว่าทั้ง 2 วิธี ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.7.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

อมล (2525) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง ความสามารถในการหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2524 ของโรงเรียนในเขตการศึกษา 1 ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายได้ตัวอย่าง 102 คนจาก 6 โรงเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการคิดหา

เหตุผลเชิงตรรก แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสัมพันธ์กันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.7286 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุรพงษ์ (2527) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดเลย กลุ่มตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 240 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เลือกจากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก กลุ่มละ 80 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของจังหวัดเลยมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

เลื่องชัย (2527) ทำการหาความสัมพันธ์ ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2536 จำนวน 456 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวก กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01

ฤทัย (2530) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดอุบลราชธานี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2528 เลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นได้จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 1,146 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 306) และแบบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาทุกขนาด มีความสัมพันธ์กันในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บัวศรี (2532) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา เรื่องการหายใจ และการสืบพันธุ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนโดยใช้แบบจำลองตัววิกับการสอนตามปกติ และหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยากับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 45 คน และ กลุ่มควบคุม 45 คน โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบัวหลวงวิทยาคม อำเภอเมือง

จังหวัดบุรีรัมย์ รูปแบบการวิจัยเป็นแบบ pretest-posttest Control Group Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแผนการสอนโดยใช้หมโนมิตรูปตัววี แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้หมโนมิตรูปตัววี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ไม่ปรากฏความสัมพันธ์ลักษณะนี้กับกลุ่มควบคุม

เดชา (2535) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ รวมทั้งสิ้น 12 โรงเรียน จำนวน 480 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดเพชรบูรณ์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเมื่อได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทั้ง 3 ด้าน แยกเป็นรายคู่แล้วปรากฏว่า ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูงโดยมีค่าเท่ากับ 0.743 ส่วนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ตลอดจนความสัมพันธ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าเท่ากับ 0.371 และ 0.298 ตามลำดับ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำรูปแบบการสอนตามแนวความคิดของ Suchman โดยใช้ในการสอนแบบ Inquiry Training มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงนักเรียนในกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ งานวิจัยของ ทศนียา (2532) และ Yang (1988) และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำรูปแบบการสอนตามแนวความคิดของ Ausubel โดยใช้ในการสอนแบบใช้สิ่งช่วยจัดมโนมิตีล่วงหน้า (Advance Organizer) มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองมีทั้งแตกต่างจากกลุ่มควบคุม และไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ซึ่งงานวิจัยที่นักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ งานวิจัยของ จักดิ์สิน (2529) มานพ (2534) จาตุรงค (2534) พรพิมล (2535) Lantz (1983) Oliburn (1986) Lewis (1986) และ Yang (1988) งานงานวิจัยที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ งานวิจัยของ วิจิรัตน์ (2529) Lucus (1972) และ Denis (1984) ส่วนจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์

ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ งานวิจัยของ สุรพงษ์ (2527) เสงี่ยม (2527) ฤทัย (2530) บัวศรี (2532) และ เตชะ (2535)