บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีนั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับระบบการเรียนการสอน

2.2 ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์

2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของ ออซูเบล

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า (advance organizer)

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ (concept map)

2.6 แนวคิดเกี่ยวกับการใช้แผนผังรูปตัววี (vee diagram)

2.7 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.8 เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับระบบการเรียนการสอน

2.1.1 ความเป็นมาของของระบบการเรียนการสอน

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดระบบ (System approach) ได้มีผู้ริเริ่มนำมาใช้ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาการจัดกองทัพอากาศ และพัฒนาระบบเครื่องจักรกลต่างๆ เช่น การสร้างเครื่องบินรบ ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะใส่เข้าไปในเครื่องบินได้แก่ อาวุธ ระเบิด ถังสำรองน้ำมัน อุปกรณ์การสื่อสาร อุปกรณ์การติดตามศัตรู และระบบป้องกันศัตรู เป็นต้น การติดตั้งอุปกรณ์เหล่านี้จะมีผลต่อสมรรถนะในการบินของเครื่องบินในด้านความเร็ว ระยะในการบิน การควบคุมเครื่องบิน ดังนั้นการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนอย่างเป็นระบบเพื่อให้ส่วน ประกอบต่าง ๆ ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 แนวคิดเรื่องการจัดระบบได้ถูกนำมาใช้ในวงการธุรกิจ อุตสาหกรรม การปกครองประเทศ การสื่อสารรวมทั้งในวงการศึกษาด้วยซึ่งในวงการศึกษานี้ส่วนที่การจัดระบบมีบทบาทสำคัญก็คือด้านการเรียนการสอน ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความสำคัญของระบบที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน ได้แก่ ปีเตอร์ (Peter, 1975) ซึ่งสรุปไว้ว่าการเรียนการสอนของครูจะได้ผลดีนั้นขึ้นอยู่กับ (1) ทักษะในการสอน (2) ความเข้าใจมโนทัศน์ของระบบการเรียนการสอน

(3) ความเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับจิตวิทยาการเรียนการสอนรวมทั้งความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องในระดับต่าง ๆ นอกจากนี้ สงัด อุทรานันท์ (2529) ก็ได้กล่าวถึงการทำงานอย่างมีระบบว่าจะดีกว่าการทำงานอย่างไม่มีระบบด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้คือ

...(1) การทำงานอย่างเป็นระบบนั้น สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของระบบจะอยู่ด้วยกันอย่างมีระเบียบไม่สับสน และไม่มีความขัดแย้งกันระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น

(2) การทำงานอย่างเป็นระบบจะเป็นไปด้วยความสะดวกรวดเร็ว ประหยัดแรงงาน เวลาและค่าใช้จ่าย

(3) งานทุกอย่างจะสำเร็จตามเป้าหมายและได้ผลอย่างเต็มที่...

กล่าวโดยสรุปการทำงานสิ่งใดก็ตาม หากได้ดำเนินการให้เป็นระบบแล้วก็จะทำให้งานนั้นดำเนินได้ด้วยความรวดเร็ว ประหยัดแรงงาน ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ทำให้ได้ผลตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้อย่างมีประสิทธิภาพ ในด้านการเรียนการสอนก็เช่นเดียวกัน ถ้าได้มีการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบก็จะทำให้การเรียนการสอนมีคุณภาพดีขึ้น ดังที่ สงัด อุทรานันท์ (2529) กล่าวไว้ว่า "การจัดระบบการเรียนการสอนจะเป็นวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของครู" และกานเย่ บริกส์ และ เวเกอร์ (Gagne, Briggs and Wager, 1988) ได้กล่าวว่า "การเรียนการสอนที่ออกแบบอย่างมีระบบจะมีผลต่อการพัฒนาเอกัตบุคคลเป็นอย่างมาก"

2.1.2 ความหมายและองค์ประกอบของระบบ

2.1.2.1 ความหมายของระบบ

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของระบบไว้ดังนี้คือ

กูด (Good, 1973) กล่าวว่า "ระบบ หมาย ถึงการจัดการส่วนต่าง ๆ ทุกส่วนให้เป็นระเบียบ โดยแสดงความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของส่วนต่างๆ และความสัมพันธ์ของแต่ละส่วนกับส่วนทั้งหมดอย่างชัดเจน"

สงัด อุทรานันท์ (2532) กล่าวไว้ว่า "คำว่า ระบบ ไม่ว่าจะพูดในลักษณะใดก็ตามจะหมายถึงสิ่งต่าง ๆ ที่รวมกันและต่างทำหน้าที่ของตนเองอย่างมีระเบียบเพื่อให้บรรลุจุดหมายปลายทางที่กำหนดไว้"

พันทิพา อุทัยสุข (2523) ได้ให้ความหมายของระบบไว้ว่า "ระบบเป็นผลรวมของหน่วยย่อย ซึ่งทำหน้าที่เป็นอิสระจากกันแต่มีความสัมพันธ์กันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้"

โดยสรุป ระบบหมายถึงโครงสร้างที่เกิดจากการรวมส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน ให้ทำงานร่วมกันอย่างมีระเบียบเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2.1.2.2 องค์ประกอบของระบบ

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของระบบไว้ดังนี้

สงัด อุทรานันท์ (2529 : 23) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของระบบที่จะทำงานได้อย่างสมบูรณ์จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

1) ตัวป้อน (input) ได้แก่ ส่วนต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของระบบ

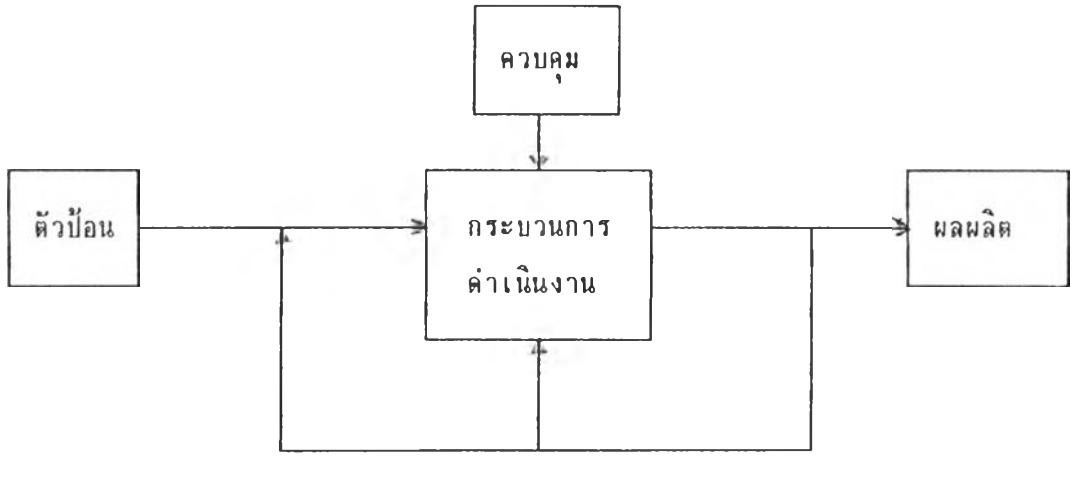
2) กระบวนการดำเนินงาน (process) ได้แก่ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

3) การควบคุม (control) ได้แก่ การควบคุมตรวจสอบ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4) ผลผลิต (output) ได้แก่ ผลลัพธ์หรือจุดหมายปลายทางของการดำเนินการ

5) ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) ได้แก่ ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อนำไปแก้ไข

จากองค์ประกอบทั้ง 5 ส่วน สงัด อุทรานันท์ ได้เขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ไว้ดังแผนภาพที่ 8



แผนภาพที่ 9 แสดงองค์ประกอบของระบบที่สมบูรณ์ (สงัด อุทรานันท์ 2532 :26)

I 15642434

2.1.3 ความหมายและองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน

2.1.3.1 ความหมายของระบบการเรียนการสอน

เมื่อมีการนำระบบมาประยุกต์ใช้ในวงการศึกษาได้มีผู้ให้ความหมายของระบบการเรียนการสอนไว้ดังนี้

กานเย่ บริกส์ และ เวเกอร์ (Gagne , Briggs and Wager, 1988) ได้กล่าวว่า "ระบบการเรียนการสอน หมายถึง การจัดทรัพยากรและกระบวการต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้"

สงัด อุทรานันท์ (2532) กล่าวว่า "ระบบการเรียนการสอน คือ การจัดองค์ประกอบของการเรียนการสอนให้มีความสมพันธ์กันเพื่อสะดวกต่อการนำไปสู่จุดหมายปลายทางของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้"

โดยสรุป ระบบการเรียนการสอนเป็นโครงสร้างที่เกิดจากการจัดองค์ประกอบของการเรียนการสอนให้มีความสัมพันธ์กัน และส่งเสริมกันอย่างเป็นระเบียบ เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้

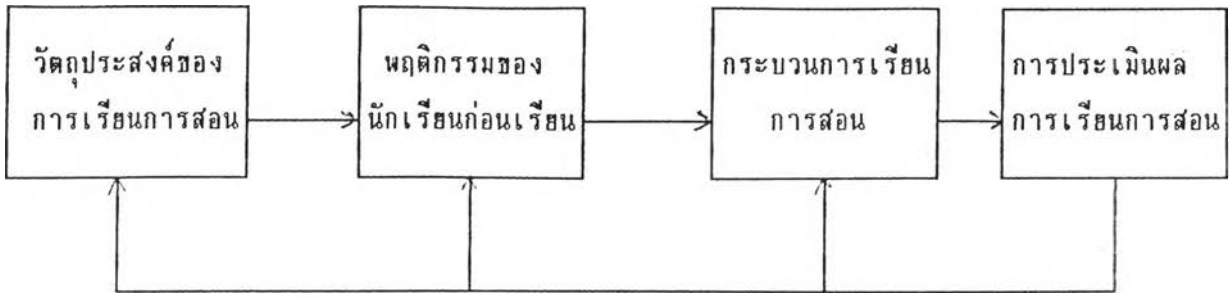
2.1.3.2 องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน

จากการที่นักการศึกษาได้นำแนวคิดเรื่องระบบและองค์ประกอบของระบบมาประยุกต์ใช้ในวงการศึกษาเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นนั้น ได้มีนักการศึกษาเสนอองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนไว้ดังนี้

เกลเซอร์ (Glaser 1962 cited by De Cecco,1968) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนโดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ

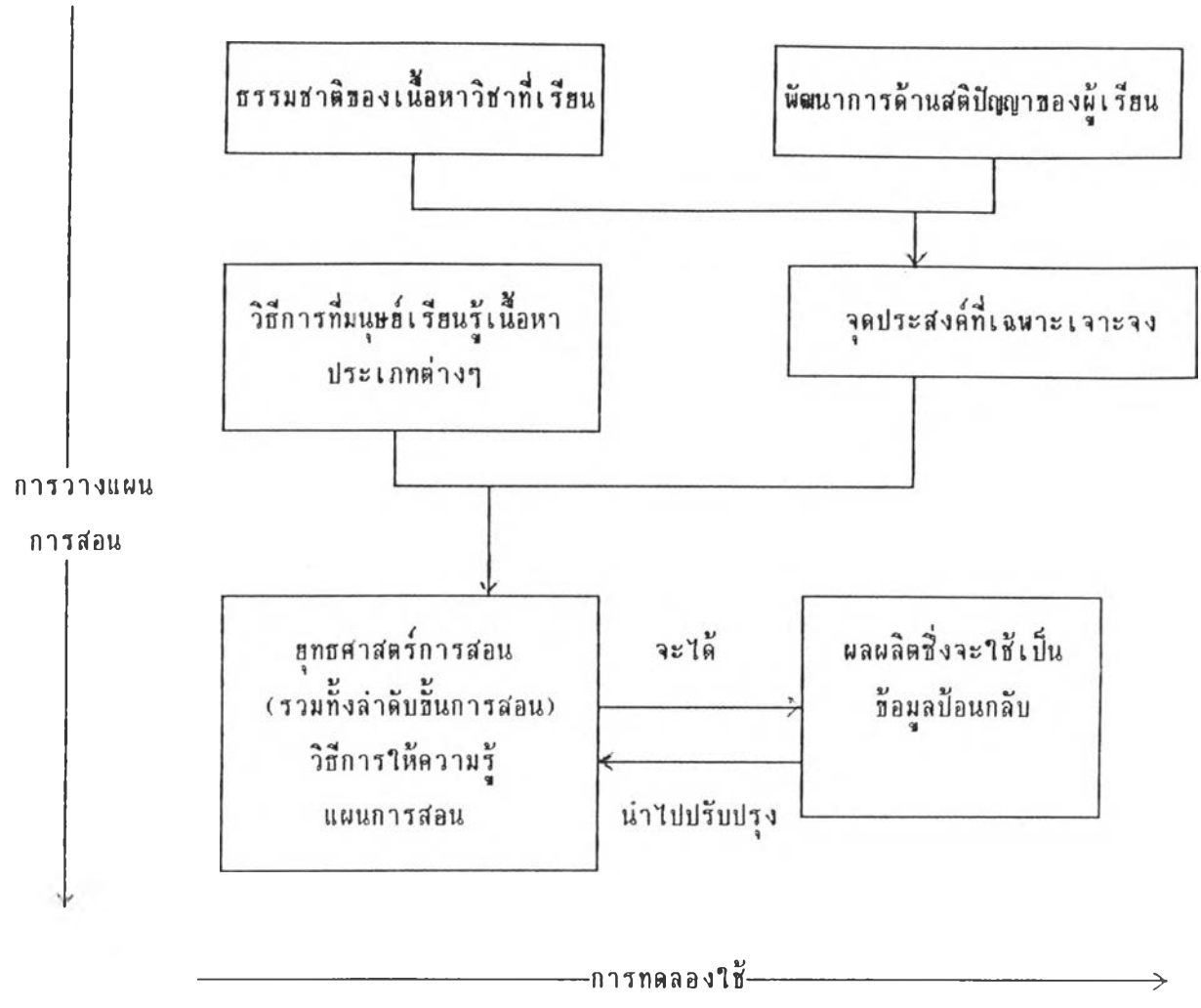
1. วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน
2. พฤติกรรมของนักเรียนก่อนเรียน
3. กระบวนการเรียนการสอน
4. การประเมินผลการเรียนการสอน

องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนมีความสัมพันธ์กันดังแสดงในแผนภาพที่ 10



แผนภาพที่ 10 แสดงองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของเกลเซอร์ (Glaser,1962 cited by De Cecco 1968 : 12)

ฟาร์มเมอร์ และ ฟาร์เรลล์ (Farmer and Farrell,1980) ได้กำหนดองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนไว้ 6 ส่วน ดังนี้ คือ 1) ธรรมชาติของเนื้อหาวิชาที่เรียน 2) พัฒนาการด้านสติปัญญาของผู้เรียน 3) จุดประสงค์ที่เฉพาะเจาะจง 4) วิธีการที่มนุษย์เรียนรู้เนื้อหาประเภทต่าง ๆ 5) ยุทธศาสตร์การสอน 6) ผลผลิต ซึ่งองค์ประกอบต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันดังแผนภาพที่ 11



แผนภาพที่ 11 แสดงระบบการเรียนการสอนของฟาร์มเมอร์และฟาร์เรลล์
(Farmer and Farrell,1980 : 1)

สงัด อุทรานันท์(2532) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนสรุปได้ดังนี้คือ

1) ตัวป้อน องค์ประกอบที่เป็นตัวป้อนในระบบการเรียนการสอนได้แก่ ครู นักเรียน หลักสูตร และ สิ่งแวดล้อมทางการเรียน โดยครูเกี่ยวข้องในด้านการเตรียมการสอน ผู้เรียนมีความแตกต่างกันในด้านความถนัดทางการเรียน ความเข้าใจในสิ่งที่ครูสอนและความมานะพยายามในการเรียน หลักสูตรเกี่ยวข้องในด้านจุดประสงค์ของการเรียน และเนื้อหาสาระที่นำไปสอน ส่วนสิ่งแวดล้อมทางการเรียนเกี่ยวข้องในด้านการอำนวยความสะดวก การจัดแหล่งวิชาการและการบริการสนับสนุน เป็นต้น

2) กระบวนการดำเนินงาน ก็คือการดำเนินการเรียนการสอนนั่นเอง ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมย่อยหลายชนิด ได้แก่ การเตรียมความพร้อมให้แก่ผู้เรียน รวมทั้งการประเมินความรู้ของนักเรียนก่อนสอนการให้ความรู้ใหม่ การให้กิจกรรมสร้างทักษะโดยทำแบบฝึกหัด ให้กิจกรรมสนับสนุนโดยการทบทวนเป็นต้น

3) การควบคุม การควบคุมที่ทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ การสร้างเสริมกำลังใจ การตรวจสอบความรู้ในขณะที่เรียน (formative evaluation) เพื่อปรับปรุงและควบคุมคุณภาพของการเรียนการสอน

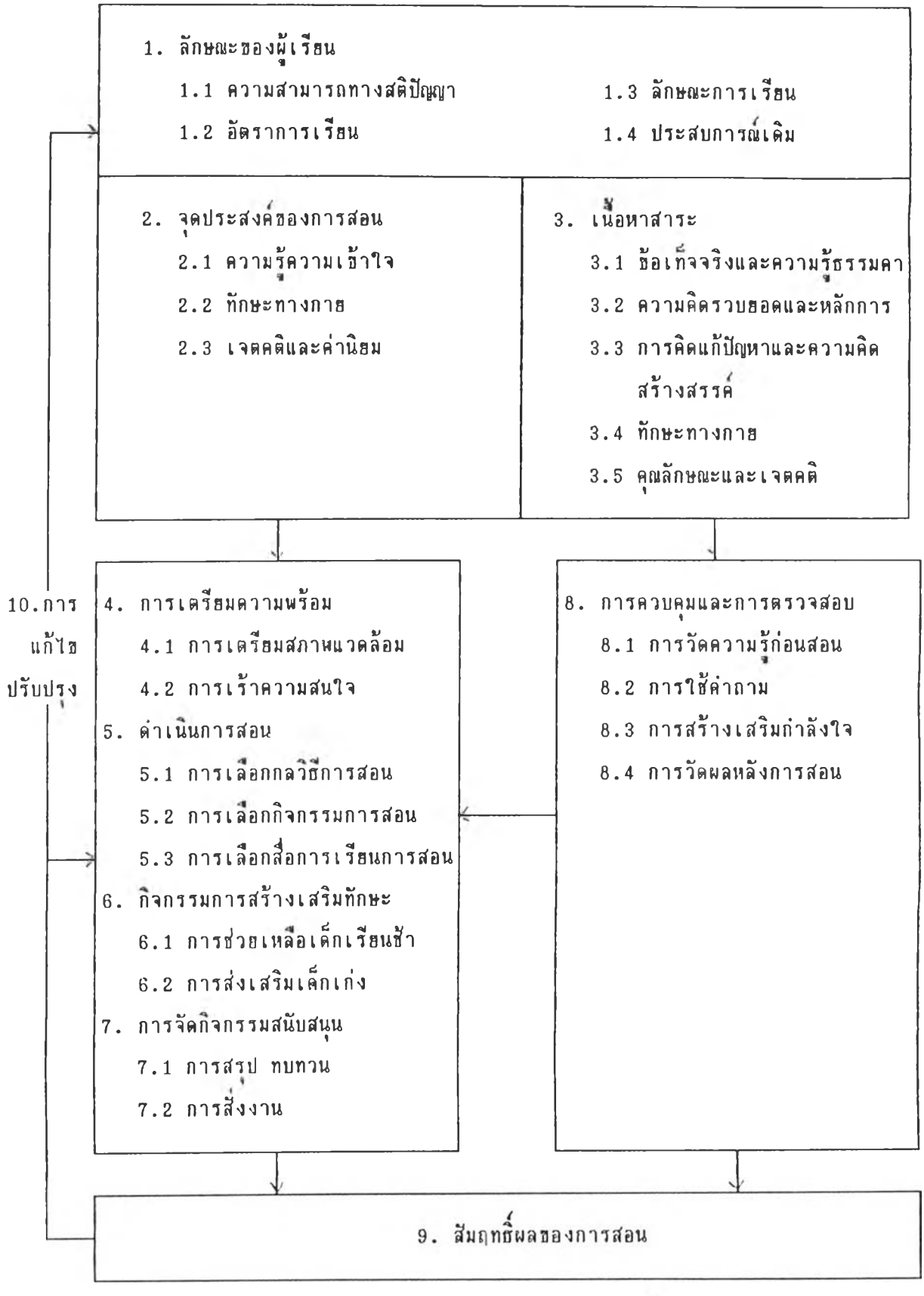
4) ผลผลิต เป็นความรู้ความสามารถที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนที่เป็นไปตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ เช่น ด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านเจตคติ

5) ข้อมูลป้อนกลับ ได้จากการประเมินผลหลังจากสิ้นสุดการสอน โดยดูจากผลผลิตที่ได้ ถ้าไม่ บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ก็ปรับปรุงแก้ไข เช่น ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอน เพิ่มเติมความรู้พื้นฐานให้แก่นักเรียน เป็นต้น

สงัด อุทรานันท์ (2532) ได้กำหนดองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับระบบการเรียนการสอนไว้ 10 องค์ประกอบคือ

1) ลักษณะของผู้เรียน
2) จุดประสงค์ของการสอน
3) เนื้อหาสาระที่จะสอน
4) การเตรียมความพร้อม
5) การดำเนินการสอน
6) กิจกรรมสร้างเสริมทักษะ
7) กิจกรรมสนับสนุน
8) การควบคุมและตรวจสอบ
9) สัมฤทธิ์ผลของการสอน
10) การแก้ไขปรับปรุง

โดยทั้ง 10 องค์ประกอบ มีความสัมพันธ์กันดังแผนภาพที่ 12



แผนภาพที่ 12 แสดงระบบการเรียนการสอนของ สงัด อุทรานันท์ (2532 : 35)

องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนที่กล่าวมาข้างต้นนั้น เป็นองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนที่มิได้ระบุวิชาที่จะนำไปใช้อย่างเฉพาะเจาะจงว่าเป็นระบบการเรียนการสอนของวิชาใด สำหรับในวิชาวิทยาศาสตร์นั้นมีนักการศึกษาบางท่านได้ปรับปรุงระบบการเรียนการสอนที่ใช้กับวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2527) ได้กล่าวถึงระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

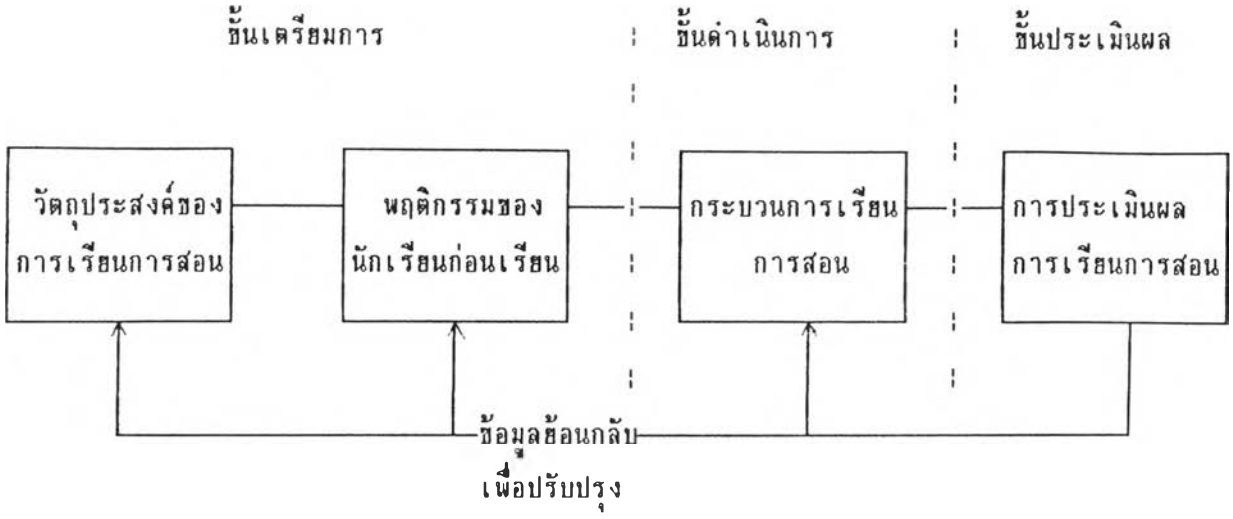
...ระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีลักษณะทั่วไปเช่นเดียวกับระบบการทำงานอื่น ๆ คือ ประกอบด้วย ตัวป้อน กระบวนการ และผลลัพธ์

ตัวป้อนในระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียน ผู้สอน เนื้อหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลักสูตรวิทยาศาสตร์ แบบเรียน คู่มือครู อุปกรณ์และทรัพยากรอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ รวมทั้งตัวผู้เรียนด้วย

กระบวนการในระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การปฏิบัติกิจกรรมการเรียนของผู้เรียน บทบาทและกิจกรรมของผู้สอน กิจกรรมเหล่านี้เป็นผลมาจากการเตรียมการอย่างถี่ถ้วน เพื่อให้กิจกรรมเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ และวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนระดับบทเรียน ซึ่งกิจกรรมการเรียนของผู้เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ได้แก่ การปฏิบัติการทดลอง การอภิปราย การรับฟังคำบรรยาย การทำรายงานผลการค้นคว้า การถามและตอบคำถาม การแก้ปัญหา เป็นต้น กิจกรรมในส่วนของครูได้แก่ การบรรยาย การช่วยเหลือแนะนำในการปฏิบัติการทดลอง การถามและตอบคำถาม การช่วยเหลือผู้เรียนในการอภิปรายและ การสรุปประเด็น

ผลลัพธ์ในระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะ และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน อันเป็นผลมาจากกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งผู้สอนจะประเมินผลลัพธ์นี้ได้โดยการตรวจสอบพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนว่าเป็นไปตามเกณฑ์และวัตถุประสงค์หรือไม่ และจากผลลัพธ์นี้จะเป็นข้อมูลย้อนกลับไปพิจารณาปรับปรุงองค์ประกอบและขั้นตอนของระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น...

นอกจากนี้ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2527) ได้เสนอระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งพัฒนามาจากระบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของ เกลเซอร์ ซึ่งมีลักษณะดังแผนภาพที่ 13



แผนภาพที่ 13 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของเกลเซอร์(สุจินต์ วิศวธีรานนท์ 2527 : 101)

จากแผนภาพที่ 13 สุจินต์ วิศวธีรานนท์ ซึ่งได้ให้รายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ ไว้ดังนี้คือ

...1 ขั้นเตรียมการ ในขั้นนี้ประกอบด้วยขั้นย่อย ๆ คือ

1.1 การสำรวจปัญหาและทรัพยากร

1.2 การกำหนดวัตถุประงค์การเรียนการสอน

1.3 การวิเคราะห์นักเรียน

1.4 การวิเคราะห์และจัดลำดับเนื้อหาสาระ

1.5 การกำหนดวิธีสอนและกิจกรรม

1.6 การกำหนดสื่อการสอน

1.7 การกำหนดแนวทางการประเมินผล

1.8 การเขียนแผนการสอน

2 ขั้นดำเนินงาน ในขั้นนี้เป็นการดำเนินการสอน และให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ได้เตรียมการไว้ ขั้นการดำเนินการสอนอาจจำแนกได้เป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

2.2 การปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน

2.3 ขั้นสรุป

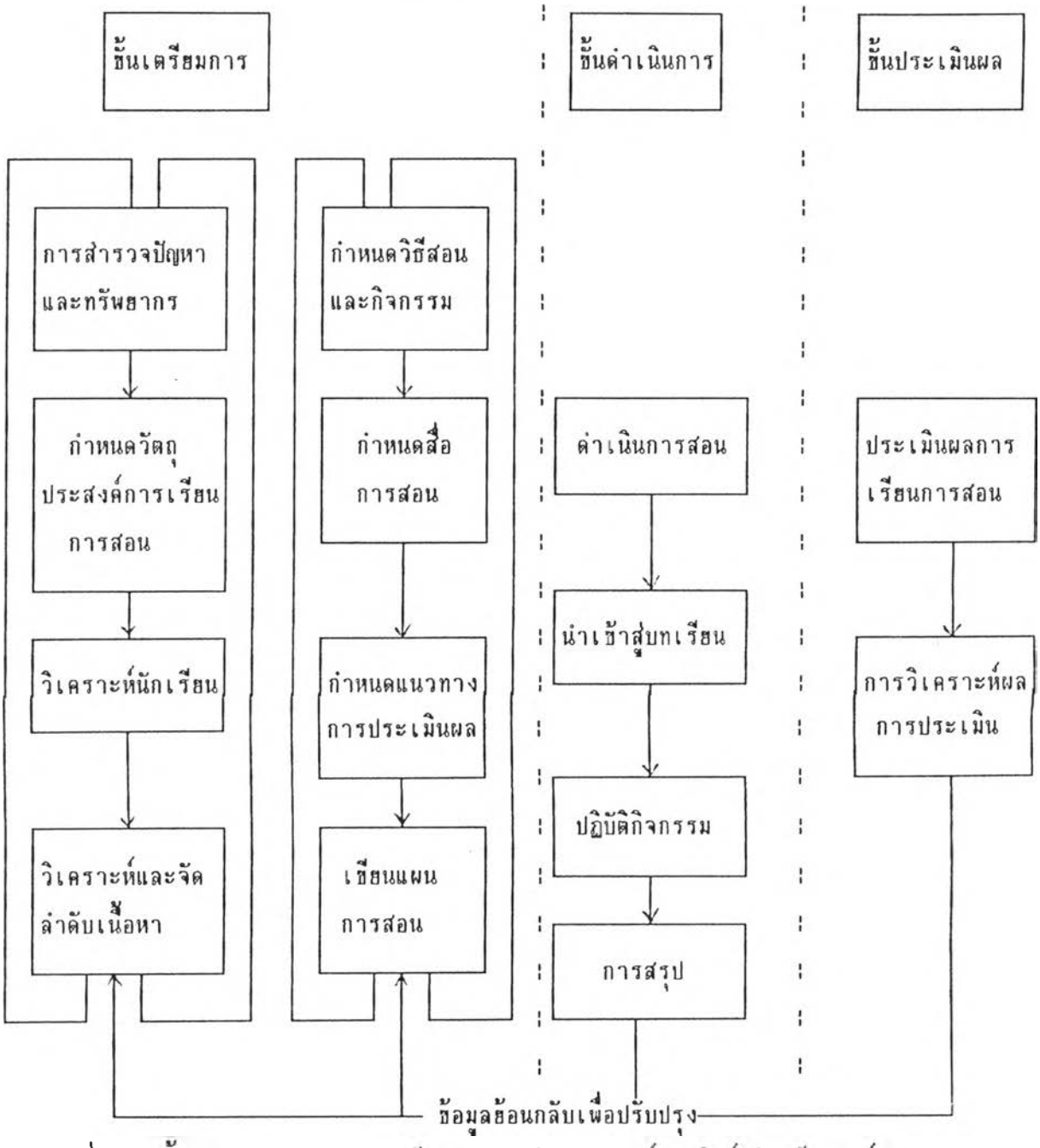
3 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นตรวจสอบว่าการเรียนการสอนที่ได้เตรียมการและดำเนินการนั้นสามารถนำนักเรียนไปสู่วัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่ และจากผลการประเมินดังกล่าวอาจนำไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป ในการประเมินผลอาจ

จำแนกได้เป็น 2 อย่างคือ

3.1 การประเมินผลการเรียนของนักเรียนและการสอนของครู

3.2 การวิเคราะห์ผลการประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน...

จากรายละเอียดในขั้นตอนทั้งสามขั้นตอน สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2527) ได้เขียนแผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนและความสัมพันธ์ของขั้นตอนต่าง ๆในรูปของระบบดังแสดงในแผนภาพที่ 14



แผนภาพที่ 14 ขั้นตอนการจัดระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (สุจินต์ วิศวธีรานนท์, 2527 :102)

2.1.4 การพัฒนาระบบการเรียนการสอน

การพัฒนาระบบการเรียนการสอนเป็นการสร้างระบบขึ้นใหม่หรือการปรับปรุงการเรียนการสอนเดิมที่มีอยู่ให้เป็นระบบ ขึ้นอยู่กับความจำเป็นและความเหมาะสมของการเรียนการสอนขณะนั้น มีนักการศึกษาได้เสนอขั้นตอนของการพัฒนาระบบการเรียนการสอนไว้หลายท่าน ได้แก่

โลแกน (Logan,1979) ได้กล่าวถึงการพัฒนาระบบการเรียนการสอนของไอ พี ไอ เอส ดี (Interservice Procedure for Instructional System Development) ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) จะเป็นการวิเคราะห์สิ่งที่ต้องการนำมาสอนซึ่งพยายามนำสิ่งที่มีอยู่เดิมมาเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์

ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design) จะมีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจงและนำมาพัฒนาแบบทดสอบอิงเกณฑ์เพื่อวัดการบรรลุวัตถุประสงค์ของนักเรียน การออกแบบนี้จะคำนึงถึงพฤติกรรมเบื้องต้นของนักเรียนที่มีมาก่อน และมีการเรียงลำดับขั้นเพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้สูงสุด ซึ่งอาจจะเรียงลำดับตามการปฏิบัติงาน (job performance order) หรือเรียงลำดับตามหลักจิตวิทยา (psychological order) เช่น สอนจากง่ายไปหายาก จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม จากสิ่งที่รู้ไปหาสิ่งที่ไม่รู้ หรือเรียงตามลำดับเหตุผล (logical order) ได้แก่ สอนจากส่วนรวมไปหาส่วนย่อย แล้วกลับไปสอนส่วนรวมอีกครั้งหนึ่ง เช่น สอนการทำงานของเครื่องยนต์ ลำดับแรกจะสาธิตการทำงานทั้งหมด แล้วจึงแยกสาธิตทีละขั้นโดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมและลำดับสุดท้ายจะรวมทุกส่วนเข้าด้วยกันอย่างสมบูรณ์

ขั้นที่ 3 การพัฒนา (Development) ซึ่งประกอบด้วยหลายขั้นตอนคือ

1 จำแนกวัตถุประสงค์การเรียนรู้เป็นกลุ่มซึ่งจะจัดตามวิธีการของบลูม (Bloom,1976) หรือวิธีการของกานเย (Gagne, 1977) แบบใดก็ได้ ซึ่งเป็นที่ยอมรับในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

2. เลือกสื่อและระบบการเรียนการสอนที่เหมาะสม

3. จัดการด้านทรัพยากรและบุคคลากรที่ต้องการในการดำเนินการเรียนการสอนได้แก่ ครู นักเรียน ผู้บริหาร และอุปกรณ์การเรียนการสอนต่างๆ

4. พัฒนาอุปกรณ์การเรียนการสอนให้มีคุณภาพ ทั้งด้านความเที่ยงและความตรง โดยการนำไปทดลองใช้ 1 ครั้ง หรือมากกว่า 1 ครั้ง และนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุง ข้อมูลที่ได้อาจมาจากแบบทดสอบที่เป็นอิงเกณฑ์ แบบสอบถามความคิดเห็นจากนักเรียนหรือแบบสัมภาษณ์นักเรียน

ขั้นที่ 4 การนำระบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้

การนำระบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้นี้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้น คือ การอบรมบุคลากรที่เกี่ยวข้องและการไปปฏิบัติการสอน

- 1 ขั้นอบรมบุคลากรที่เกี่ยวข้อง บุคลากรที่เกี่ยวข้องได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ครูผู้มีส่วนร่วมในการทดลองใช้ และผู้มีหน้าที่ในการจัดการเรียนการสอน บุคคลเหล่านี้จะต้องได้รับการฝึกสอนในสถานการณ์จริงเพื่อรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน

- 2 ขั้นนำไปปฏิบัติการสอน เป็นขั้นที่นำระบบการเรียนการสอนไปใช้ในสถานการณ์จริง ผลที่เกิดจากการเรียนการสอนจะเป็นไปตามความเป็นจริง ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบหาประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอนที่นำไปทดลองใช้

ขั้นที่ 5 การควบคุม (Control)เป็นขั้นที่เกิดจากการบูรณาการทั้ง 4 ขั้นที่กล่าวมาให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นการประเมินผลทั้งภายในและภายนอกระบบ การประเมินผลภายใน(Internal Evalution) เป็นการประเมินผลการปฏิบัติของนักเรียนในวิชาที่สอน ส่วนการประเมินภายนอก (External Evaluation) เป็นการประเมินประสิทธิภาพทั้งหมดของระบบการเรียนการสอน ซึ่งอาจเรียกว่า เป็นการประเมินภาคสนาม(Field Evaluation) การควบคุมนี้อาจจะให้บุคคลภายนอกเป็นผู้ประเมินก็ได้ ซึ่งจะทำให้การประเมินปราศจากอคติได้

กานเย่ และ บริกส์ (Gagne and Briggs, 1979) ได้กล่าวถึงการพัฒนาระบบการเรียนการสอนว่ามีขั้นตอน 14 ขั้นตอน ซึ่งเริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์ความต้องการของนักเรียน พิจารณาทรัพยากรที่มีอยู่ จึงกำหนดวัตถุประสงค์แล้วเขียนแผนการสอนและนำไปทดลองใช้และปรับปรุงจนกระทั่งมีคุณภาพ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงขั้นตอนการพัฒนาระบบการเรียนการสอนของ กานเย่ และบริกส์ (Gagne and Briggs,1979)

ระดับระบบ	1. วิเคราะห์ความต้องการ วัตถุประสงค์และเรียงลำดับความต้องการ
	2. วิเคราะห์แหล่งทรัพยากร อุปสรรคและองค์ประกอบอื่น ๆ
	3. กำหนดขอบเขตและจัดลำดับหลักสูตรและวิชาต่าง ๆ
ระดับวิชา	4. กำหนดโครงสร้างและเรียงลำดับวิชา
	5. วิเคราะห์วัตถุประสงค์ของวิชา
ระดับบทเรียน	6. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
	7. เตรียมแผนการสอน
	8. พัฒนาและเลือกสื่อการเรียนการสอน
	9. ประเมินพฤติกรรมของนักเรียน
ระดับระบบ	10. เตรียมครู
	11. ประเมินผลย่อย
	12. การทดลองภาคสนาม และปรับปรุง
	13. ประเมินผลรวม
	14. ใช้และเผยแพร่

จากตารางที่ 2 กานเย่ และ บริกส์ ได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาระบบการเรียนการสอนซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้คือ

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ความต้องการ เป้าหมาย และเรียงลำดับความต้องการ

ขั้นนี้เป็นการสำรวจความต้องการของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับระบบการเรียนการสอน ความต้องการนี้จะถูกนำมาเรียงลำดับตามความสำคัญและความจำเป็น ซึ่งอาจเป็นความคิดเห็นของประชาชน ผู้ปกครอง นักการศึกษาที่เกี่ยวข้อง จำทำให้ได้ข้อมูลและอุปสรรคต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์แหล่งทรัพยากร อุปสรรคและองค์ประกอบอื่น ๆ

เมื่อกำหนดวัตถุประสงค์แล้ว จะต้องหาวิธีการที่จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยคำนึงถึงประเด็นเหล่านี้คือ ใครจะเป็นผู้สอนให้เกิดการเรียนรู้ จะหาทรัพยากรได้ที่ใด ควรจะสอนอะไรบ้าง เสียค่าใช้จ่ายเท่าใด มีทรัพยากรอะไรอยู่บ้าง จะใช้บุคคลากรในโรงเรียนได้หรือไม่มีทางเลือกอื่นหรือไม่ การตัดสินใจของระบบจะขึ้นอยู่กับบุคคลากร สื่อการเรียนการสอน และกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 3 กำหนดขอบเขตและเรียงลำดับหลักสูตรและวิชาต่าง ๆ

การกำหนดขอบเขตและเรียงลำดับหลักสูตรและวิชาต่าง ๆ นี้อาจเรียกว่า เป็นการออกแบบระบบ ซึ่งต้องคำนึงถึงความต้องการและวัตถุประสงค์ของระบบเพื่อนำมากำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมผู้พัฒนาระบบจะต้องชี้แจงรายละเอียดในการพัฒนาให้ชัดเจน ตั้งแต่ด้านอุปกรณ์การเรียนการสอน เวลา สถานที่ และการจัดการเรียนการสอน ค่าใช้จ่าย ฯลฯ และจะต้องมีการวางแผนสำหรับควบคุมและบันทึกความก้าวหน้าของนักเรียน และระบุหน้าที่ของครู พร้อมทั้งกระบวนการแนะแนวต่างๆอย่างไรก็ตามแผนงานนี้อาจปรับได้หลังจากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของแต่ละปีที่เปลี่ยนแปลงไป

ขั้นที่ 4 กำหนดโครงสร้างและเรียงลำดับวิชา

จากขั้นที่ 3 จะได้ขอบเขตของสิ่งที่ต้องเรียนในหลักสูตรทั้งหมด โดยจำแนกเป็นวัตถุประสงค์ของวิชาต่าง ๆ ในแต่ละปี ซึ่งอาจจะแยกเป็นรายวิชา รายทักษะ หรือจำแนกเป็นระดับชั้น ขั้นต่อไปจึงพิจารณาการจัดลำดับของกลุ่มวัตถุประสงค์รายวิชาในแต่ละปีของหลักสูตร กลุ่มวัตถุประสงค์นี้อาจเรียกว่า "หน่วยการเรียนการสอน" ซึ่งอาจใช้เวลาหลายสัปดาห์ในแต่ละหน่วยการเรียน เมื่อแต่ละหน่วยมีวัตถุประสงค์แล้ว ทุกหน่วยจะมีขอบเขตของทักษะและขอบเขตของเนื้อหาสาระที่มีการจัดเรียงลำดับการเรียนการสอนอย่างมีขั้นตอนที่เหมาะสม

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์วัตถุประสงค์ของวิชา

ประโยชน์ที่เกิดจากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของรายวิชามี 3 ประการ คือ

1) เป็นการวิเคราะห์กระบวนการหาข้อมูล จะทำให้เห็นลำดับของการคิดในสมองคน

2) เป็นการจัดหมวดหมู่งานและชนิดของผลการเรียนรู้เพื่อนำไปจัดสถานการณ์การเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

3) เป็นการวิเคราะห์งานการเรียนรู้ เพื่อเรียงลำดับวัตถุประสงค์ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนมีลำดับขั้นตอนที่ดี

ขั้นที่ 6 การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีประโยชน์ 3 ประการคือ

1) เป็นแนวทางในการวางแผนการสอน เพื่อจัดสถานการณ์การเรียนรู้ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2) เป็นแนวทางในการวัดพฤติกรรมของนักเรียน

3) เพื่อช่วยให้นักเรียนทราบแนวทางและขอบเขตของสิ่งที่จะเรียน

ดังนั้นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจะทำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์การสอนและการประเมินผล วัตถุประสงค์ควรจะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผล จึงควรมีการกำหนดวัตถุประสงค์ก่อนทำแผนการสอนและก่อนสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผล

ขั้นที่ 7 การเตรียมแผนการสอน

แผนการสอนจะระบุกิจกรรมทั้งของครูและนักเรียน พร้อมทั้งระบุสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน ถ้าการเรียนการสอนเป็นแบบที่มีครูเป็นศูนย์กลางจะมีการแบ่งกลุ่ม แผนการสอนจะเป็นคู่มือของครู เพราะครู จะเป็นผู้นำทาง แต่ถ้าการเรียนการสอนเป็นแบบที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และจะต้องมีบทเรียนที่อยู่ในรูปของชุดการสอน(Module)ซึ่งมักประกอบด้วยวัตถุประสงค์ รายการของสื่อการเรียนการสอนคู่มือแนะนำกิจกรรมที่จะต้องทำ แบบทดสอบซึ่งสามารถประเมินผลด้วยตนเอง และแบบเฉลยการทดสอบ

ข้อแนะนำในการเขียนแผนการสอนมีดังนี้

1) เขียนรายการของกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน

2) กำหนดอุปกรณ์ สื่อการสอน หรือสื่อต่างๆ ของนักเรียน

3) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งแผนการใช้สื่อ

4) เลือกสื่อและอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับบทเรียน

ขั้นที่ 8 การพัฒนาและเลือกสื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอน

คำว่า "อุปกรณ์การเรียนการสอน" หมายถึง สิ่งพิมพ์หรือสิ่งอื่น ๆ ที่จะเป็นสิ่งช่วยให้เกิดการเรียนรู้ สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการเลือกสื่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่

1) ถ้าเป็นวัตถุประสงค์ใหม่ก็ควรจะพัฒนาอุปกรณ์ใหม่ตามไปด้วย

2) ถ้าอุปกรณ์มีราคาแพงอาจจะหาอุปกรณ์อื่นที่คล้ายคลึงกันที่สามารถหาซื้อได้

3) อุปกรณ์บางอย่างที่จำเป็นต้องใช้เพื่อทำให้เกิดเหตุการณ์ในการเรียนการสอน (event of instruction) ก็ควรจัดหามาให้เหมาะสม

4) ครูควรเลือกสื่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับวุฒิภาวะและลักษณะของนักเรียน

ขั้นที่ 9 การประเมินพฤติกรรมของนักเรียน

การวัดพฤติกรรมเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียนในแต่ละวัตถุประสงค์ของวิชาต่าง ๆ นั้นจะเป็นประโยชน์ในการประเมินระบบการเรียนการสอน โดยทดสอบว่านักเรียนทำอะไรได้บ้าง ดังนั้นจะไม่วัดเพียงความจำเนื้อหาเหล่านั้น แต่จะวัดผลของการเรียนการสอนโดยวัดจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 10 การเตรียมครู

การเตรียมครูนี้ไม่ได้หมายถึงการฝึกอบรมครูขึ้นมาใหม่ แต่หมายถึงการฝึกครูประจำการให้มีความรู้เกี่ยวกับระบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นใหม่ การฝึกอบรมอาจเริ่มจากการปฐมนิเทศทั่วไปโดยคณะผู้พัฒนาระบบการเรียนการสอน หลังจากนั้นให้สังเกตตัวอย่างการสอนแล้วให้ครูเริ่มสอนเองโดยให้ความช่วยเหลือจนกว่าครูจะสอนได้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 11 การประเมินผลย่อย

การประเมินผลย่อยจะให้ข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงอุปกรณ์การสอน และแผนการสอน ถ้าใช้ผู้สอน 1 คน กับนักเรียน 1 คน เรียกว่า 1 ต่อ 1 (one to one หรือ face to face) ซึ่งทำได้โดยการสัมภาษณ์ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น และสังเกตสิ่งที่นักเรียนไม่เข้าใจ ขั้นต่อไปจะทดสอบเป็นกลุ่มเล็ก ๆ และขั้นสุดท้ายจะใช้กับห้องเรียนปกติ

ขั้นที่ 12 การทดลองภาคสนามและการปรับปรุง

หลังจากที่นำระบบการเรียนการสอนไปใช้กับกลุ่มย่อย ๆ และปรับปรุงมาแล้วหลายครั้งก็นำไปทดสอบในโรงเรียน 1 โรงเรียนหรือมากกว่าเพื่อทำการทดสอบภาคสนาม การทดลองนี้จะทำให้ทราบปัญหาด้านเวลา อุปกรณ์การเรียนการสอน สถานที่ ในสถานการณ์จริง

ขั้นที่ 13 การประเมินผลรวม

เป็นขั้นที่ประเมินประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอนทั้งหมด จะประเมินหลังจากผ่านการประเมินผลย่อย ๆ มาแล้วซึ่งจะทำในการทดลองภาคสนามครั้งแรก หรือจะทำหลังจากนั้นอย่างน้อย 5 ปี

ขั้นที่ 14 การใช้และการเผยแพร่

หลังจากที่ได้ประเมินผลรวม 1 ครั้ง หรือมากกว่า ระบบการเรียนการสอนจะอยู่ในสภาพที่พร้อมจะนำไปใช้ในวงกว้างได้ต่อไป โดยมีการจัดตารางเวลา สถานที่ให้เหมาะสมกับระบบใหม่โดยต้องการความร่วมมือจากผู้บริหารโรงเรียนเป็นอย่างมาก ในการที่จะนำระบบใหม่ไปใช้

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ (อัดสำเนา, 2532) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาระบบการเรียนการสอนซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นใหญ่ ๆ ได้ 4 ขั้น คือ

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายและขอบเขต
2. การออกแบบ
3. การพัฒนารูปแบบและการทดลองใช้
4. การประเมิน

สำหรับรายละเอียดของขั้นตอนทั้ง 4 มีดังต่อไปนี้

1.การกำหนดจุดมุ่งหมายและขอบเขต

หมายถึงการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการของการพัฒนาการเรียนการสอน ปัญหานี้อาจเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุได้แก่ ระดับพฤติกรรมของผู้เรียนไม่ถึงเกณฑ์ที่ผู้สอนตั้งไว้ทั้งด้านพุทธิพิสัย เจตพิสัย และ ทักษะพิสัย ผู้สอนอาจมีสมรรถภาพการสอนด้านการใช้กลยุทธ์ในการสอนและวิธีการวัดประเมินผลไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่วางไว้หรืออาจเป็นเพราะผู้บริหารต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงบางประการในการดำเนินการเรียนการสอน เมื่อได้ปัญหาที่ต้องการศึกษาเพื่อแก้ไขและพัฒนาการเรียนการสอนแล้ว ต้องระบุให้ชัดเจนและจำกัดขอบเขตให้เป็นที่เข้าใจตรงกันในระหว่างผู้ดำเนินการพัฒนาด้วยกัน แล้วตั้งเป็นจุดประสงค์ให้แจ่มชัด กำหนดเกณฑ์ของการประเมินผล พร้อมกับตั้งสมมุติฐานของการแก้ปัญหาไว้ด้วย

2 การออกแบบ

หมายถึงการวางแผนหารูปแบบการแก้ปัญหาซึ่งอาจมีมากกว่าหนึ่งรูปแบบ รูปแบบของการแก้ปัญหาหมายรวมถึงการวางแผนการสอนที่ต้องมีกิจกรรม สื่อการสอน และแนวทางการดำเนินการเรียนการสอน การประเมินผล ที่สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ และรูปแบบของการแก้ปัญหาต้องสร้างขึ้นจากหลักการที่ควรจะเป็นไปได้ ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลา เหมาะสมกับสถานการณ์และสิ่งแวดล้อม โดยคำนึงถึงปัจจัยด้านที่เป็นมนุษย์และด้านที่เป็นวัสดุสิ่งของด้วย

3 การพัฒนารูปแบบและทดลองใช้

ขั้นนี้ประกอบด้วยการพิจารณาตัดสินใจเลือกรูปแบบของการแก้ปัญหาและสร้างขึ้นให้สมบูรณ์หลังจากการออกแบบไว้ในขั้นที่ 2 การพัฒนาจะต้องมีจุดประสงค์ปลายทางที่แจ่มชัด วิธีการเรียนการสอนและสื่อการสอนที่เฉพาะเจาะจงสำหรับรูปแบบที่เลือกจะนำไปทดลองใช้

ขั้นที่ 2 และ 3 นั้น เป็นการออกแบบ นำแบบนั้นไปสร้างขึ้นและทดลองใช้ซึ่งเป็นขบวนดำเนินการหรือทดลองปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของรูปแบบ

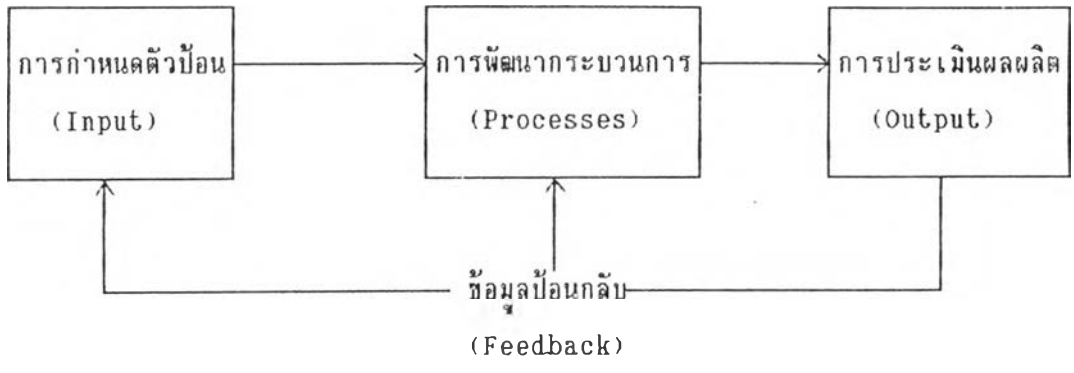
4. การประเมินผล

การประเมินผลนั้นที่จริงแล้วจะต้องเกิดขึ้นและมีอยู่ในทุกขั้นคือ ในขั้นแรกนั้นหลังจากกำหนดจุดมุ่งหมายและขอบเขตแล้วต้องประเมินผลว่าการกำหนดปัญหานั้นเป็นไปตามจุดประสงค์ของการศึกษาหรือไม่ถ้าไม่เป็นต้องแก้ไขปรับปรุงก่อนที่จะดำเนินการในขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 ต่อไป

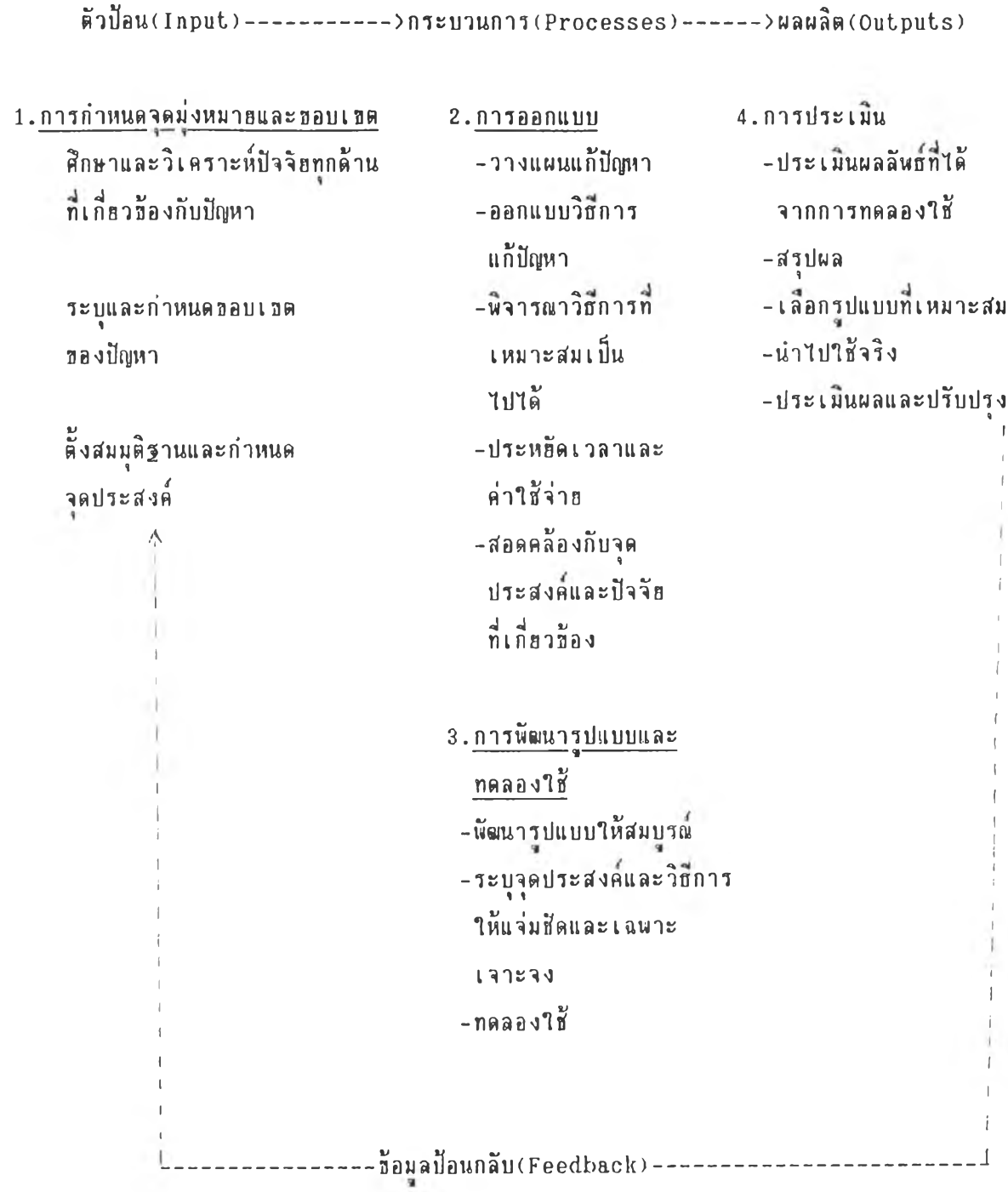
ส่วนในขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 ก็จะต้องมีการประเมินรูปแบบที่ออกแบบไว้ว่าสอดคล้องกับความต้องการและปัญหา รวมทั้งปัจจัยที่เกี่ยวข้องหรือไม่ เมื่อประเมินแล้วก็ต้องปรับปรุงก่อนทดลองใช้และหลังจากทดลองใช้แล้วก็มีการประเมินผลลัพธ์อีกครั้งหนึ่ง ทั้งนี้รูปแบบที่นำมาทดลองใช้อาจมีหลายรูปแบบ

ผลสรุปจากการประเมินจะเป็นเครื่องบ่งชี้ให้ผู้พัฒนาสามารถตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหาได้ จากนั้นจึงนำไปใช้จริงและการประเมินผลของการนำไปใช้จริงเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบกับทุกขั้นตอนว่าต้องมีการปรับปรุงในขั้นตอนใดอีกบ้างที่จะช่วยให้การพัฒนาการเรียนการสอนได้ผลดีอย่างมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบนั้นเป็นการเอาวิธีการของระบบซึ่งแสดงไว้ในแผนภาพที่ 15 ไปใช้พัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นขั้นตอน 4 ขั้น ดังแสดงในแผนภาพที่ 16



แผนภาพที่ 15 แสดงขั้นตอนของระบบที่นำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน
(กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ 2532 : 6)



แผนภาพที่ 16 แสดงขั้นตอนทั้ง 4 ที่นำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ
(กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ 2532 : 7)

สำหรับแนวคิดในการพัฒนาระบบการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์นั้น สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2527) ได้กล่าวถึงการพัฒนาระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

...1. ขั้นสำรวจและวิเคราะห์ระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นที่สำรวจและวิเคราะห์เกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่จัดอยู่ว่ามีปัญหามากน้อยเพียงใด มีขั้นตอนและวิธีการอย่างไร จะทำเป็นระบบได้หรือไม่ ถ้าเป็นระบบอยู่แล้วจะพัฒนาเป็นระบบใหม่ที่สามารถแก้ปัญหาและข้อบกพร่องของระบบเดิมได้อย่างไร

2. ขั้นสังเคราะห์เป็นระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นที่สร้างระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ขึ้นมาใหม่ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 1 แล้วกำหนดขั้นตอนเรียงตามลำดับ เช่น

2.1 สำรวจปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2.2 สำรวจวัสดุอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใช้ในการสอน

2.3 วิเคราะห์เนื้อหา

2.4 วิเคราะห์นักเรียน

2.5 วิเคราะห์วัตถุประสงค์

2.6 วางแผนการสอน

2.7 กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน

2.8 กำหนดสื่อการสอน

2.9 เขียนแผนการสอน

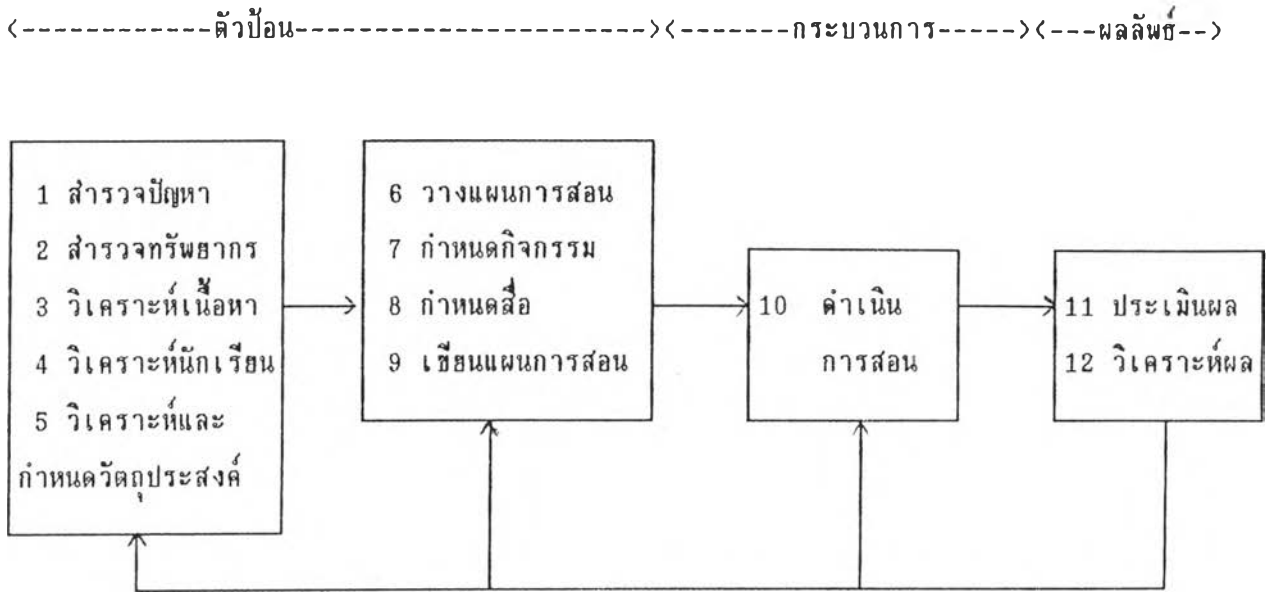
2.10 ดำเนินการสอน

2.11 ประเมินผลการสอน

2.12 วิเคราะห์ผลเพื่อย้อนกลับไปปรับปรุงระบบ

3. ขั้นเขียนรูปแบบของระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นที่นำขั้นตอนต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในขั้นสังเคราะห์ระบบ มาเขียนเป็นแผนภูมิเพื่อแสดงลำดับขั้น การเขียนแผนภูมิแสดงรูปแบบของระบบนี้อาจทำได้หลายแบบ เพียงแต่ยึดหลักที่ว่าควรแสดงให้เห็นองค์ประกอบของระบบด้วย กล่าว คือให้สามารถระบุได้ว่าขั้นตอนใดอยู่ใน "ตัวป้อน" หรือ "กระบวนการ" หรือ "ผลลัพธ์" ดังตัวอย่างในแผนภาพที่ 17

4. ขั้นทดลองใช้ระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นที่นำระบบไปทดลองใช้โดยดำเนินการตามลำดับขั้นตอนที่วางไว้ แล้วประเมินผลเพื่อดูว่าระบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนั้นมีปัญหาที่ควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไรบ้าง...



แผนภาพที่ 17 ตัวอย่างระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (สุจินต์ วิศวธีรานนท์, 2527: 95)

กล่าวโดยสรุปการพัฒนาระบบการเรียนการสอนเป็นการออกแบบการเรียนการสอนโดยวิธีการเข้าสู่ระบบ(System Approach) ซึ่งจัดว่าเป็นเทคโนโลยีการศึกษาปัจจุบัน ขั้นตอนของการพัฒนาระบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย การออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ โดยมีทฤษฎีการเรียนรู้ ทฤษฎีการสอน ผลการวิจัยเกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนตามระบบเดิม และข้อมูลเชิงประจักษ์ต่าง ๆ มาเป็นพื้นฐานในการออกแบบการเรียนการสอนซึ่งมักประกอบด้วย ตัวป้อน กระบวนการและผลผลิต แล้วนำระบบไปทดลองใช้แล้วนำผลการประเมินมาเป็นข้อมูลป้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขจนได้ระบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบการเรียนการสอน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเรียนการสอนส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่เป็นการพัฒนารูปแบบ (Model) การเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและแนวทางในการปฏิบัติเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนโดยมีหลักการหรือทฤษฎีต่าง ๆ เป็นพื้นฐาน แล้วนำมาทดลองใช้ ปรับปรุงจนมีคุณภาพต่อไป รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้จะประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ อย่างเป็นระบบโดยที่ไม่ได้แบ่งแยกอย่างชัดเจนว่าขั้นตอนใดเป็นตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) หรือผลผลิต (output) จึงยังไม่เรียกระบบการเรียนการสอน ตัวอย่างงานวิจัยดังกล่าวได้แก่

นิมห์พันธ์ เวสสะโกศล (2533) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการสอนการเขียนภาษาอังกฤษแบบเน้นกระบวนการสำหรับนักศึกษาไทยระดับอุดมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนที่ช่วยให้นักศึกษาไทยระดับอุดมศึกษามีความสามารถในการเขียนข้อความภาษาอังกฤษที่สื่อความหมายได้โดยใช้แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการเขียน รูปแบบการสอนซึ่งเป็นผลการวิจัยมีองค์ประกอบและลักษณะดังนี้คือ

1 ลักษณะผู้เรียนเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยของรัฐระบบปิดที่ผ่านวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานในหลักสูตรวิชาพื้นฐานทั่วไป

2 วัตถุประสงค์ของวิชา เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียนข้อความภาษาอังกฤษระดับย่อหน้าที่สื่อความหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

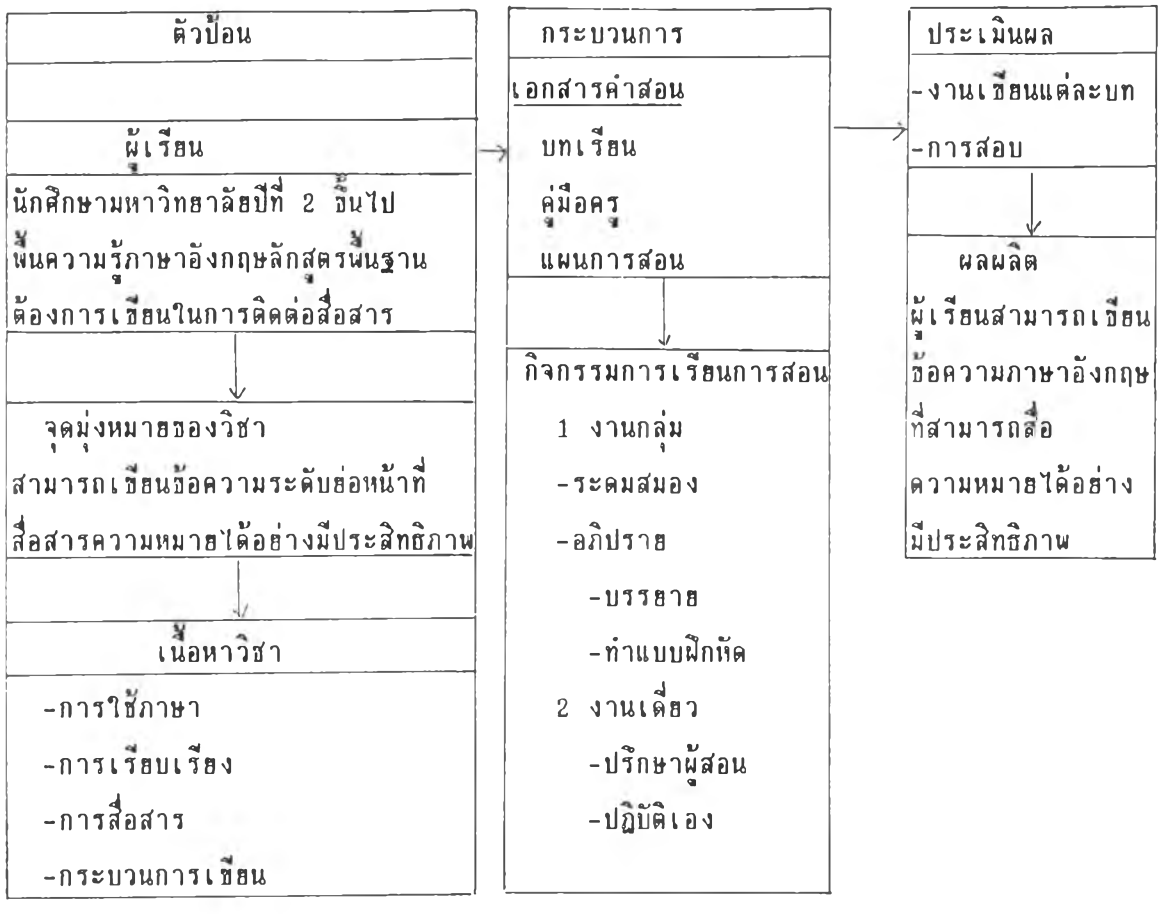
3 เนื้อหาวิชา ประกอบด้วย การใช้ภาษา การเรียบเรียงข้อความ ทักษะการสื่อสาร และกระบวนการเขียน

4 การดำเนินการสอนแบ่งออกเป็นงานกลุ่มและงานเดี่ยว ซึ่งมีขั้นตอนการสอนตามกระบวนการเขียน คือ วางแผน ร่าง และปรับปรุงแก้ไข ในงานกลุ่มมีกิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่ การระดมสมอง การอภิปราย การบรรยาย การทำแบบฝึกหัด การศึกษาด้วยตนเอง และการศึกษาจากสมาชิกในกลุ่ม งานเดี่ยวมีกิจกรรมสร้างงานเขียนที่ผู้เรียนแต่ละคนปฏิบัติเองโดยมีผู้สอนเป็นที่ปรึกษาทุกขั้นตอน

5 การประเมินผลมี 2 ประเภทคือ การประเมินงานเขียนที่เป็นผลงานเดี่ยว ถือเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับปรับงานเขียน และเป็นการวัดผลการเขียนแต่ละประเภท คะแนนในส่วนนี้เป็นคะแนนเก็บ ส่วนการประเมินผลอีกประเภทหนึ่งคือ การประเมินงานเขียนจากการสอบกลางภาคและปลายภาคเกณฑ์การผ่านวิชานี้คือคะแนนรวมทั้งสองประเภทต้องเกินร้อยละ 60 ของคะแนนทั้งหมด

เมื่อได้รูปแบบการสอนแล้ว ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 ผลปรากฏว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่ม

ทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งรายละเอียดของรูปแบบการสอนการเขียนภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกษาไทยระดับอุดมศึกษามีรายละเอียดดังแผนภาพที่ 18



แผนภาพที่ 18 รูปแบบการสอนการเขียนภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกษาไทยระดับอุดมศึกษา

สุนีย์ สอนตระกูล (2534) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความคงทนของการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ ซึ่งได้ข้อค้นพบซึ่งสรุปได้ดังนี้

1 ระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบดังนี้คือ

1.1 ตัวป้อน ประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนการสอน เนื้อหา นักเรียน สื่อการเรียนการสอน

1.2 กระบวนการ ประกอบด้วยการดำเนินการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์และการประเมินผลการเรียนการสอน การจัดกรอบมโนทัศน์เป็นกิจกรรมที่นักเรียนดำเนินการขณะเรียนทำการทดลอง และใช้ในการสรุปบทเรียน กรอบมโนทัศน์มีลักษณะเป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีลำดับขั้น โดยมโนทัศน์ที่มีความกว้างอยู่ด้านบน มโนทัศน์ที่กว้างรองลงมาอยู่ถัดมา และมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจงอยู่ด้านล่าง

1.3 ผลผลิต ประกอบด้วยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความคงทนของการเรียนรู้ของนักเรียน

2 การทดลองใช้ระบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4,5 และ6 ของโรงเรียนวัดบวรมงคล ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนของการเรียนรู้

สำหรับรายละเอียดของระบบการเรียนการสอนมีดังแผนภาพที่ 19

ตัวป้อน

1 ด้านจุดประสงค์ของการเรียนการสอน

1.1 ศึกษาจุดประสงค์ของวิชาชีววิทยา

1.2 ศึกษาคำอธิบายรายวิชาและขอบเขตของเนื้อหาสาระ

2 ด้านเนื้อหา

2.1 ทำความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่จะสอนให้ชัดเจน

2.3 นำเนื้อหามาจัดหมวดหมู่และจัดลำดับจากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง

2.3 นำมโนทัศน์ที่จะสอนมาหาความสัมพันธ์และสร้างเป็นกรอบมโนทัศน์แม่แบบ

2.4 ทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีประเมินกรอบมโนทัศน์

3 ด้านนักเรียน

3.1 แนะนำนักเรียนให้รู้จักกรอบมโนทัศน์

3.2 สำรวจมโนทัศน์พื้นฐานของนักเรียนก่อนสอน

3.3 ทบทวนให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์พื้นฐานของสิ่งที่จะเรียนต่อไป

4 ด้านสื่อการเรียนการสอน ประกอบด้วย

4.1 เอกสารประกอบการสอน

4.2 แบบวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยา

4.3 แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน

4.4 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

4.5 แผนการสอนวิชาชีววิทยาแบบจัดกรอบมโนทัศน์

4.6 อุปกรณ์ประกอบการสอน

↓

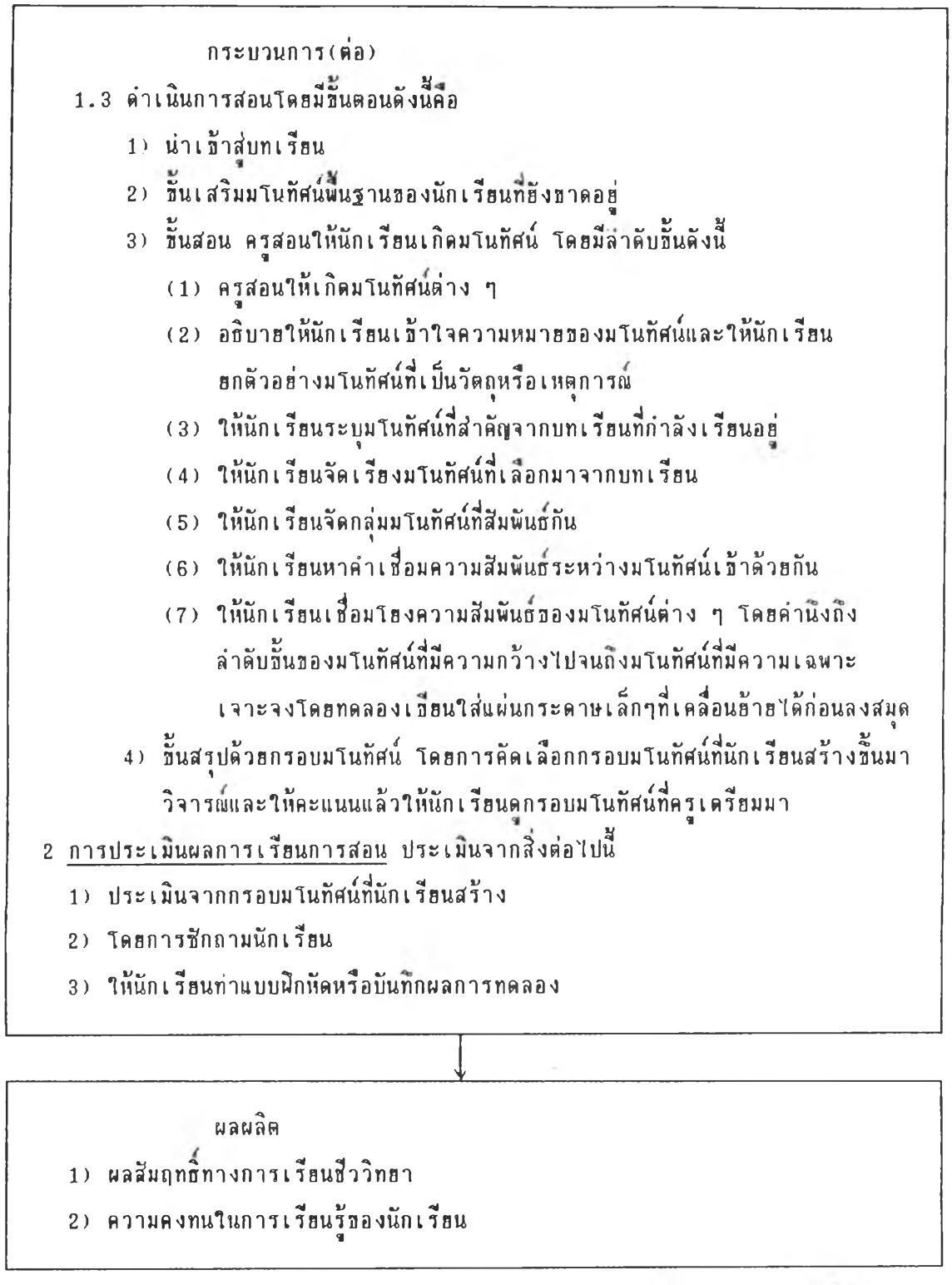
กระบวนการ

1 การดำเนินการเรียนการสอน การดำเนินการเรียนการสอนประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1.1 วัดมโนทัศน์พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอนโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน

1.2 วิเคราะห์และระบุมโนทัศน์พื้นฐานของนักเรียนที่ยังขาดอยู่

.....



แผนภาพที่ 19 ระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.2 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (The Nature of Science)

2.2.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์

เรนเนอร์และสแตฟฟอร์ด (Renner and Stafford,1972)ได้ให้ความหมายของคำว่า วิทยาศาสตร์ ไว้ว่า วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ตรง มีการสืบค้นและหรือการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ และมีการเก็บรวบรมข้อมูลด้วย และวิทยาศาสตร์ต้องมีการจัดกระทำและการตีความหมายข้อมูลที่รวบรวมมาได้โดยใช้วิธีการที่มีเหตุผล นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ต้องมีการสร้างสรรค์ มีความพยายามที่จะอธิบายและเข้าใจธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆโดยใช้ประสบการณ์ที่มากกว่าการใช้ประสาทสัมผัสโดยตรง ดังนั้นความหมายของวิทยาศาสตร์จึงเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์มีธรรมชาติเป็น 2 ลักษณะคือ ลักษณะหนึ่งเป็นคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่นักวิทยาศาสตร์ใช้อธิบายซึ่งคำอธิบายนี้เปลี่ยนแปลงได้และคำอธิบายนั้นเป็นที่ยอมรับในวงการวิทยาศาสตร์ว่าเป็นคำอธิบายที่มีเหตุผลมากที่สุดหรือเป็นแบบจำลองของธรรมชาติอีกลักษณะหนึ่งวิทยาศาสตร์เป็นการทดสอบ การกลั่นกรองและการสำรวจหาแบบจำลองของธรรมชาติให้เป็นที่ยอมรับและเป็นการสืบค้นหาแบบจำลองหรือคำอธิบายใหม่ด้วย

คารินและซันด์ (Carin and Sund,1975) ได้ให้ความหมายคำว่าวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนและการสะสมความรู้อย่างเป็นระบบที่ใช้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้อยู่ที่การสะสมความรู้ข้อเท็จจริงเท่านั้นแต่ยังรวมถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น วิทยาศาสตร์จึงรวมถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์กระบวนการหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และผลิตผลหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบกัน

ดังนั้นผู้ที่ปฏิบัติการเป็นนักวิทยาศาสตร์ต้องศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยใช้การสังเกตการทำการทดลองและวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล ต้องเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เป็นต้นว่าพยายามเก็บข้อมูลและประเมินผลข้อมูลตามความเป็นจริง โดยขั้นตอนการทำการทดลองและสถิติเพื่อพิสูจน์ข้อสงสัยความลึกลับของจักรวาล ในการทำเช่นนี้นักวิทยาศาสตร์จะได้ข้อค้นพบ ซึ่งเป็นผลิตผลหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คอลลีตและเชียเพตตา (Collete and Chiapppetta,1986)ได้ให้ความหมายคำว่าวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นตัวความรู้ เป็นการสืบค้นหรือวิธีการหาความรู้ และเป็นแนวทางในการคิดแสวงหาความเข้าใจในธรรมชาติ

กล่าวโดยสรุป วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สืบค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ดังนั้น วิทยาศาสตร์จึงประกอบด้วยตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.2.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจแบ่งได้ดังนี้ ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์(Scientific Facts) มโนทัศน์ (Concepts) หลักการ (Principles) กฎ (Law) สมมุติฐานทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Hypothesis) และ ทฤษฎี (Thoeries)

ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ (Scienctific Facts)

เจมส์ บี โคแนนท์(James B. Conantอ้างถึงใน คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525) ได้ให้ความหมายของข้อเท็จจริงว่า ข้อเท็จจริงจะต้องสังเกตได้โดยตรง และจะต้องคงความจริงไว้โดยสามารถสาธิตทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์จะได้รับการยอมรับเมื่อข้อเท็จจริงนั้นสามารถสังเกตได้โดยตรง เช่น น้ำแข็งลอยน้ำได้ ในการเสนอข้อมูลดิบหรือข้อเท็จจริงของนักวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องบอกถึงวิธีการที่ใช้ในการได้มาของข้อมูล เพื่อให้คนอื่นสามารถตัดสินได้ว่าข้อมูลนั้นเชื่อถือได้เพียงใด โดยคนเหล่านั้นสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ สำหรับเกณฑ์ที่อาจมีข้อยกเว้นได้ มีหลายเหตุการณ์ในธรรมชาติที่ไม่อาจทำให้เกิดซ้ำได้เหมือนเดิม เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด เป็นต้น อย่างไรก็ตามธรรมชาติของการยอมรับแตกต่างกันไปตั้งแต่การยอมรับโดยสมบูรณ์จนถึงยังมีข้อสงสัยอยู่ ทั้งนี้แล้วแต่ข้อมูลที่นำมาพิจารณา ตัวอย่างข้อเท็จจริงเช่น คลอรีนเป็นแก๊ส มีสีเหลืองปนเขียวที่อุณหภูมิห้องและความดันบรรยากาศปกติ น้ำแข็งลอยน้ำได้ แสงสีขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ 7 สี เป็นต้น

มโนทัศน์ (Concepts)

คำว่ามโนทัศน์นี้ มาจากศัพท์ภาษาอังกฤษ คือ "Concept" บางคนใช้คำว่าความคิดรวบยอด สังกัป มโนมติ หรือมโนภาพ ซึ่งเป็นคำที่มีความหมายเดียวกัน มโนทัศน์เป็นเรื่องของแต่ละคน การที่บุคคลหนึ่งบุคคลใดสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จำทำให้เกิดการับรู้ บุคคลนั้นจะนำการรับรู้นี้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของเขา จะทำให้เกิดมโนทัศน์เกี่ยวกับความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นและทำให้เขามีความรู้ขึ้น แต่ละบุคคลย่อมมีมโนทัศน์เกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของบุคคลนั้น

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525) ได้ให้ความหมายคำว่า มโนทัศน์ ว่า หมายถึงความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลาย ๆ แบบแล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นนำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรม และนามธรรม มโนทัศน์หนึ่ง ๆ อาจเกิดมาจากการนำเอามโนทัศน์หลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะเป็นสากลมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียนและมีความรู้ในระดับสูงชัดเจนดีขึ้น ตัวอย่างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

- ตัวอย่างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นำมาสรุป เช่น แมลง คือ สัตว์ที่มี 6 ขา น้ำแข็ง คือ น้ำที่อยู่ในสถานะของแข็ง

- ตัวอย่างมโนทัศน์ที่เกิดจากการนำเอาข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาสรุปเข้าด้วยกันเป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นไปจนถึงความรู้ระดับสูง เช่น แก๊สเมื่อได้รับความร้อนโมเลกุลจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น ยีนส์ที่อยู่บนโครโมโซมจะเป็นตัวกำหนดลักษณะทางพันธุกรรม

ปรีชา วงศ์ชูสิริ (2525) ได้ให้ความหมายของคำว่า มโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์หมายถึง ความเข้าใจที่จะสรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ๆ ของวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งและแต่ละคนอาจมีมโนทัศน์ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งแตกต่างกันก็ได้ ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และ วุฒิภาวะของบุคคลนั้น ๆ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกได้ 3 ประเภทคือ

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classificational Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เป็นคำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติ บอกสมบัติร่วม โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้น ๆ ตัวอย่างเช่น

-ดอกไม้ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ ฐานรองดอก กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย

-สัตว์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและสัตว์มีกระดูกสันหลัง

2. มโนทัศน์ทางทฤษฎี (Theoretical Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายคุณลักษณะของบางสิ่งบางอย่างหรือปรากฏการณ์ที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรงทั้งหมด แต่มีหลักฐานเป็นเหตุผลสนับสนุนแล้วสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง ตัวอย่างเช่น

-น้ำดีในลำไส้เล็กช่วยย่อยไขมัน

-โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีอยู่ในสัตว์

3. มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่กล่าวถึง ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล นำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ ตัวอย่าง เช่น

-อาหารให้พลังงานทำให้ร่างกายอบอุ่น

-ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนปริมาตรเพิ่มขึ้น

บรูเนอร์ กูดนาว และ ออสติน (Bruner,Goodnow and Austin 1956 cited in Collete and Chiapetta,1986) ได้กล่าวถึงมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์นั้นมีส่วนประกอบที่สำคัญ 5 ประการคือ (1) ชื่อ (Name) (2) คำนิยาม (Definition) (3) คุณลักษณะ (Attribute) (4) คุณค่า (Value) และ (5) ตัวอย่าง (Examples) ส่วนประกอบทั้งหมดเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้เข้าใจมโนทัศน์ได้ดีขึ้น ซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไปคือ

(1) การตั้งชื่อหรือการเรียกชื่อมโนทัศน์ เป็นสิ่งที่มีประโยชน์ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนทราบว่า ผู้เรียนกำลังศึกษาเรื่องอะไรและทำให้ระลึกถึงสิ่งที่ตนได้ศึกษาไปแล้ว เช่น คำว่าหัวใจ ก็จะช่วยให้นึกถึงอวัยวะที่สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีในช่องทรวงอก

(2) คำนิยาม คำนิยามของมโนทัศน์ เป็นข้อความที่บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่จำเป็นหรือคุณลักษณะเหล่านั้น บรูเนอร์ได้จัดประเภทของคำนิยามมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. มโนทัศน์ที่ใช้คำเชื่อมในทางเดียวกัน (Conjunctive Concepts)เป็นการรวมคุณลักษณะและคุณค่าเข้าด้วยกัน คำนิยามแบบนี้จะบอกถึงลักษณะใดบ้างที่นำมารวมกันเป็นมโนทัศน์ เช่น คุณลักษณะของน้ำหนัก และปริมาตร นำมาพิจารณาร่วมกันเพื่อรวมเป็นมโนทัศน์ของสสาร ถ้าให้คำนิยามของสสารว่าเป็นสิ่งที่มีน้ำหนักและต้องการที่อยู่ ซึ่งในตัวอย่างนี้มีการใช้คำสันธาน และระหว่างคุณลักษณะ 2 อย่างคือ น้ำหนักและปริมาตร

2. มโนทัศน์ที่ใช้คำเชื่อมในทางตรงกันข้าม (Disjunctive Concepts) เป็นการรวมคุณลักษณะโดยใช้คำเชื่อมเป็น หรือ คำนิยามแบบนี้ เป็นการรวมกันของคุณลักษณะเพื่อให้เกิดเป็นมโนทัศน์ เช่น เส้นโลหิตเป็นโครงสร้างที่นำโลหิตออกจากหัวใจ หรือ เข้าสู่หัวใจ

3. มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Relational Concepts) เป็นการระบุความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะที่สำคัญ ตัวอย่างเช่น สารละลายกรดเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) มากกว่า ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ขอให้สังเกตว่า มโนทัศน์ของกรดไม่ได้ขึ้นกับความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออน หรือไม่ขึ้นกับปริมาตรของ

สารละลายอย่างเดียว แต่จะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออน

(3) คุณลักษณะ และ (4) คุณค่า เป็นลักษณะที่ใช้ในการให้นิยามของมโนมติ และเป็นลักษณะที่แตกต่างกันของสิ่งของหรือเหตุการณ์ คุณลักษณะเป็นลักษณะโดยทั่วไปของมโนทัศน์ ลักษณะทั่วไปนี้จะเปลี่ยนแปรไปตามคุณภาพหรือปริมาณ ซึ่งจะเป็นตัวแทนของคุณค่า ลองพิจารณาแยกประเภทของแท่งไม้ของเล่น จะมีคุณลักษณะอย่างน้อยที่สุด 3 อย่าง ที่ใช้ในการแยกประเภท ได้แก่ สี ขนาด และรูปร่าง คุณลักษณะแต่ละอย่างอาจเปลี่ยนแปรไป เช่น คุณลักษณะของสี อาจเปลี่ยนแปรได้เป็น 3 คุณค่า ได้แก่ สีแดง สีเขียว สีเหลือง คุณลักษณะของขนาดอาจมี 3 คุณค่า ได้แก่ ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดเล็ก คุณลักษณะของรูปร่าง อาจมี 3 คุณค่า ได้แก่ รูปลูกบาศก์ รูปทรงกลม และรูปทรงกระบอก เราอาจแยกประเภทของแท่งไม้ของเล่นตามคุณลักษณะ ขนาด และตามคุณค่าขนาดใหญ่ ได้โดยนำแท่งไม้ของเล่นขนาดใหญ่ไว้กองหนึ่ง และนำแท่งไม้ขนาดกลางกับขนาดเล็กไว้อีกกองหนึ่ง ตัวอย่างของความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะและคุณค่าโดยใช้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น มโนทัศน์ของปลาและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมโดยปกติจะมีข้อแตกต่างกันโดยคุณลักษณะของสิ่งที่ปกปิดร่างกายและเครื่องช่วยหายใจ ปลามีเกล็ดและเหงือก ส่วนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีขนและปอด

(5) ตัวอย่าง ในการสอนเพื่อให้เข้าใจมโนทัศน์นั้น จำเป็นต้องใช้ตัวอย่างที่เป็นทางบวกและตัวอย่างทางลบเป็นตัวอย่างประกอบ เช่น ในการสอนมโนทัศน์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ควรมีการยกตัวอย่างสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ตั้งแต่ปลาวาฬ จนถึง มนุษย์ เพื่อให้เข้าใจถึงคุณลักษณะที่สำคัญได้แก่ ต่อมน้ำนม การเลี้ยงดูตัวอ่อน และเข้าใจคุณลักษณะที่ไม่สำคัญ เช่น การอาศัยอยู่ในน้ำ การอาศัยอยู่บนดิน ควรยกตัวอย่างสัตว์ที่ไม่ใช่สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น นก ไก่ ทั้งนี้เพื่อให้เข้าใจมโนทัศน์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

หลักการ (Principles)

หลักการ เป็นความจริงที่สามารถใช้เป็นหลักอ้างอิงได้ หลักการเป็นการนำมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ซึ่งได้รับการทดสอบว่าเป็นความจริงมาแล้ว มาผสมผสานกันแล้วนำไปใช้อ้างอิง หลักการต้องเป็นความจริงที่สามารถทดสอบได้ และได้ผลเหมือนเดิม มีความเป็นปรนัยและเป็นที่เข้าใจตรงกัน ตัวอย่างหลักการทางวิทยาศาสตร์ เช่น

- สสารเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
- ขั้วแม่เหล็กชนิดเดียวกันจะผลักกัน ขั้วต่างกันจะดูดกัน
- คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และ ไขมัน เป็นสารที่ให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต

(คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ,2525)

กฎ (Laws)

กฎ คือ หลักการอย่างหนึ่งซึ่งอาจใช้แทนกันได้ แต่เป็นหลักการที่มักจะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลและอาจเขียนในลักษณะสมการแทนได้ โดยผ่านการทดสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้มาแล้วหากมีการทดลองใดขัดแย้งกฎนั้นก็ต้องล้มเลิกไป กฎส่วนใหญ่ได้มาจากการอนุมาน (Induction) โดยนำข้อเท็จจริงทั้งหลายมาผสมผสานกัน แต่บางกฎก็ได้มาจากการอนุมาน (Deduction) จากทฤษฎี ตัวอย่าง กฎทางวิทยาศาสตร์ เช่น

- กฎสัดส่วนคงที่ กล่าวว่า อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบชนิดใดชนิดหนึ่งจะมีค่าคงที่เสมอ
- กฎของบอยล์ กล่าวว่า ถ้าอุณหภูมิคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะเป็นปฏิภาคผกผันกับ ความดัน $V \propto 1/P$ (เมื่อ T คงที่)
- กฎของความโน้มถ่วง "แรงดึงดูดจะแปรผกผันกับระยะทางกำลังสองและแปรผันตรงกับผลคูณของมวล"

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

(คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525)

สมมุติฐานทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Hypothesis)

สมมุติฐาน เป็นข้อความที่คาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ของปัญหาที่นักวิทยาศาสตร์กำลังศึกษา โดยอาศัยข้อมูลและประสบการณ์ความรู้เดิมเป็นพื้นฐาน หรืออาจคาดคะเนจากความเชื่อหรือความบันดาลใจของนักวิทยาศาสตร์ก็ได้ คำตอบที่คาดคะเนนั้นจะเป็นจริงหรือไม่ ยังไม่ทราบแน่ชัดจะต้องมีการทดสอบโดยการทดลอง หรือการหาหลักฐานมาสนับสนุนหรือคัดค้านสมมุติฐานนั้น ๆ เสียก่อน

อย่างไรก็ตาม ในการพิจารณาว่า ข้อความใดเป็นสมมุติฐานหรือไม่ ควรถือหลักว่าข้อความที่จะเป็นสมมุติฐานจะต้องเป็นข้อความที่คาดคะเนคำตอบ โดยบุคคลนั้นยังไม่เคยรู้หรือเรียนมาก่อนหากได้เคยเรียนรู้มาก่อนก็จะจัดเป็นข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หรือหลักการ ตัวอย่างของสมมุติฐานทางวิทยาศาสตร์ เช่น

- โลกและดวงจันทร์มีกำเนิดมาพร้อม ๆ กัน
- นักเรียนคนหนึ่งมีความคิดว่า ปลาหางนกยูงที่พ่อแม่มีสีต่างกัน ลูกที่เกิดมาน่าจะมีสีเหมือนพ่อ
- พืชสังเคราะห์แสงได้ตลอดเวลาที่มีแสงสว่าง

(คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525)

ทฤษฎี (Theories)

ทฤษฎี เป็นข้อความซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในการอธิบายกฎ หลักการ หรือข้อเท็จจริงหรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า เป็นข้อความที่ใช้อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั่นเอง

ในการสร้างทฤษฎี บางครั้งนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองก่อน แล้วจึงใช้วิธีอุปมานและการจินตนาการขึ้นเพื่อสร้างข้อความอธิบายผลการสังเกตหรือการทดลองนั้น ๆ ให้ได้ แต่ในบางครั้งนักวิทยาศาสตร์ก็ใช้ความคิดสร้างสรรค์ของตนเองสร้างทฤษฎีขึ้นมาโดยไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองก็ได้ ต่อมาถ้าทฤษฎีเหล่านั้นสามารถอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ ทฤษฎีเหล่านั้นก็ย่อมเป็นที่เชื่อถือและอาจอนุมานเป็นหลักการหรือกฎ ต่อไปได้ การที่นักวิทยาศาสตร์จะยอมรับว่าทฤษฎีนั้นเป็นที่เชื่อถือได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขต่อไปนี้

1. ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบาย กฎ หลักการ และข้อเท็จจริงของเรื่องราวทำนองเดียวกันได้

2. ทฤษฎีจะต้องอนุมานออกไปเป็น กฎ หรือหลักการบางอย่างได้

3. ทฤษฎีจะต้องสามารถทำนายปรากฏการณ์ที่อาจเกิดตามมาได้

หากทฤษฎีใดไม่เป็นไปตามเงื่อนไขดังกล่าว ทฤษฎีนั้นก็ต้องล้มเลิกไป ตัวอย่างของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เช่น

- ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส มีใจความว่า แก๊สประกอบด้วยโมเลกุลขนาดเล็กมากและอยู่ห่างกันโมเลกุลของแก๊สไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล แต่ละโมเลกุลเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ ไปตามทิศทางใดทิศทางหนึ่งจนกระทั่งชนกับโมเลกุลอื่นหรือชนผนังภาชนะที่บรรจุ ทำให้ทิศทางเปลี่ยนไป ขณะเมื่อโมเลกุลชนผนังภาชนะโมเลกุลจะส่งแรงดันผนังภาชนะทำให้เกิดความดัน โมเลกุลเมื่อชนกันเองหรือชนผนังภาชนะจะไม่สูญเสียพลังงาน พลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ สำหรับแก๊สชนิดต่างชนิดกัน ถ้าอุณหภูมิเท่ากันพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลจะเท่ากัน

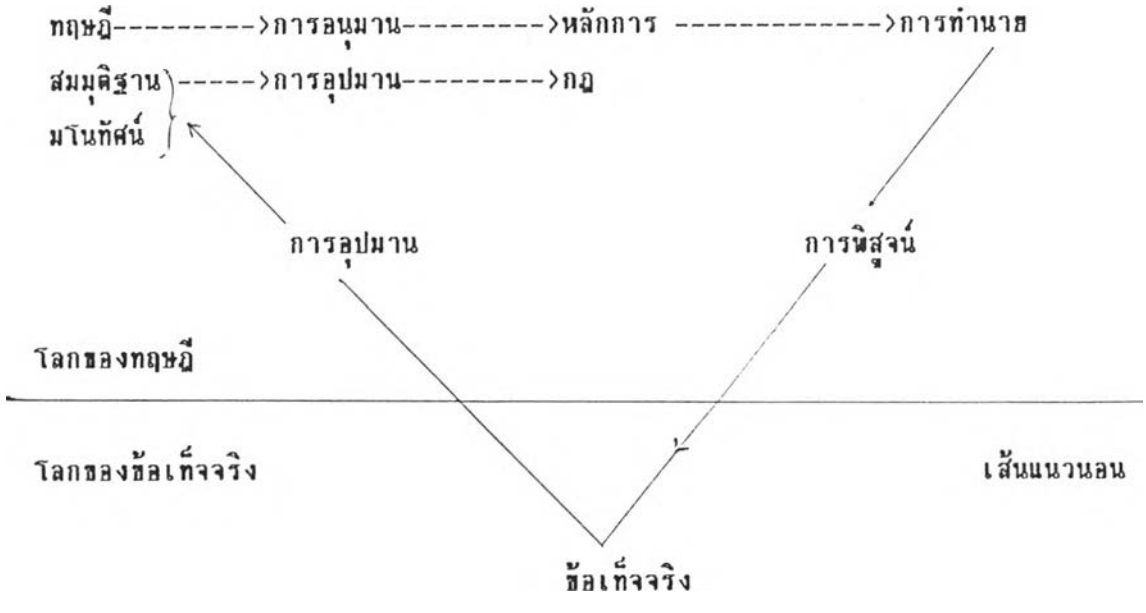
จากทฤษฎีจลน์ของแก๊สนี้ สามารถอนุมานไปเป็นกฎของบอยล์ ทฤษฎีจลน์นี้ นอกจากจะใช้อธิบายสมบัติของแก๊สแล้ว ยังสามารถนำไปอธิบายเรื่องอื่นๆ ได้ด้วย ดังตัวอย่าง

1. การเปลี่ยนสถานะของสาร เช่น แก๊สที่ใช้หุงต้ม มีการบรรจุถังโดยอัดแก๊สด้วยความดันสูง จนกลายของเหลวที่อุณหภูมิห้อง นำทฤษฎีจลน์มาอธิบายได้ว่า เมื่อแก๊สถูกอัดให้มีความดัน

เพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิต่ำพอ โมเลกุลของแก๊สจะมาอยู่ใกล้กันมากขึ้น ทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมีค่ามากขึ้นจนในที่สุดแรงนี้มีค่ามากพอทำให้โมเลกุลรวมตัวกัน ไม่ฟุ้งกระจายทั่วภาชนะ และตอนนี้แก๊สจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว

2. การขยายตัวของสาร เมื่อสารได้รับความร้อนสารมีการขยายตัวน่าทฤษฎีจลน์มาอธิบายได้ดังนี้ เมื่อสารได้รับความร้อน อุณหภูมิสูงขึ้นจะมีพลังงานภายในมากขึ้น นั่นคือโมเลกุลของสารจะมีพลังงานจลน์มากขึ้น โมเลกุลมีอัตราเร็วเฉลี่ยสูงขึ้น ในสารที่โมเลกุลมีอิสระในการเคลื่อนที่ได้แก่ แก๊สและของเหลว โมเลกุซึ่งมีอัตราเร็วสูงขึ้นจะเคลื่อนที่ได้ระยะทางมากขึ้น หรือใช้บริเวณในการเคลื่อนที่มากขึ้น ทำให้แก๊สหรือของเหลวนั้นขยายตัว สำหรับของแข็งโมเลกุลไม่มีอิสระในการเคลื่อนที่ เมื่อได้รับความร้อนอุณหภูมิจะสูงขึ้น พลังงานจลน์ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้การสั่นของโมเลกุลมากขึ้น ทำให้มีการสั่นไปมาเป็นระยะทางมากขึ้น เกิดการผลักระหว่างโมเลกุลที่อยู่ใกล้เคียงกัน ระยะห่างระหว่างโมเลกุลโดยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้เห็นของแข็งโดยส่วนรวมมีการขยายตัว

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอน (2525) ได้แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ สมมุติฐาน ทฤษฎี เป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นโลกของข้อเท็จจริง ส่วนที่ 2 เป็นโลกของทฤษฎี หรือโลกของความคิด ดังแผนภาพที่ 20



แผนภาพที่ 20 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ 2 ส่วน คือ โลกของความจริงและโลกของทฤษฎี

เส้นแนวนอนในแผนภาพ แบ่งโลกของข้อเท็จจริงออกจากโลกของทฤษฎี ในส่วนที่เป็นโลกของข้อเท็จจริง จะพบว่า มีการสังเกต การทดลอง เพื่อให้ข้อมูลที่เป็นที่ยอมรับ เมื่อนำข้อเท็จจริงที่รวบรวมไว้มาประกอบกับประสบการณ์ของนักวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ จะทำให้เกิดมโนทัศน์ และจากการใช้การอุปมานหรือกระบวนการสร้างแนวคิดทั่วไปขึ้นจากข้อเท็จจริงทั้งหลาย ทำให้นักวิทยาศาสตร์สร้างสมมุติฐานและสร้างเป็นทฤษฎีได้ ซึ่งจากทฤษฎี สามารถใช้การอนุมานไปอธิบายหลักการและกฎได้ สำหรับหลักการและกฎอาจได้จากการอุปมานที่มาจากข้อเท็จจริง มโนทัศน์ แล้วสร้างเป็นหลักการและกฎได้ จากทฤษฎีหลักการและกฎที่ได้ นักวิทยาศาสตร์ต้องมีการทำนายปรากฏการณ์ที่อาจเกิดตามมาแล้วทำการพิสูจน์ตรวจสอบข้อเท็จจริงอีก ถ้าผลจากการพิสูจน์ตรวจสอบขัดแย้งกับทฤษฎี หลักการหรือกฎที่ตั้งไว้ ทฤษฎี หลักการ หรือกฎ นั้นต้องล้มเลิกไป หากสามารถเปลี่ยนแปลงปรับปรุงให้อธิบายหรือทำนายได้กว้างขวางยิ่งขึ้นก็จะเป็นการแก้ไขปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ หรือหากการทำนายได้รับการพิสูจน์ตรวจสอบว่าถูกต้อง สมเหตุสมผล ก็จะยอมรับว่าเป็นข้อเท็จจริง ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่จะใช้ในการสร้างมโนทัศน์และทฤษฎีต่อไป

2.2.3 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Science)

การที่นักวิทยาศาสตร์มีความสนใจแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ นั้น ทำให้นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการต่างๆ ที่นำมาใช้ในการแสวงหาความรู้นั้น อาจแตกต่างกันบ้าง แต่มีลักษณะร่วมกันที่สามารถจัดเป็นขั้นตอนได้ ขั้นตอนที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มี 4 ขั้นตอนดังนี้

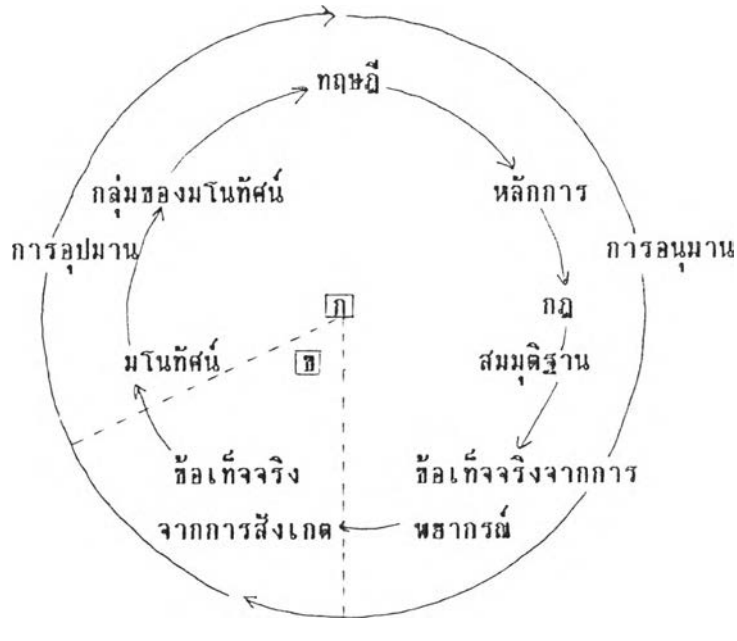
1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมุติฐาน
3. ขั้นการรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต และ/หรือ การทดลอง
4. ขั้นสรุปผลการสังเกต และ/หรือ การทดลอง

คุสแลน และ สโตน (Kuslan and Stone ,1969) ได้กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มี 6 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นระบุข้อความของปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมุติฐาน
3. ขั้นการสืบเสาะหาข้อมูลหลักฐานเพื่อทดสอบสมมุติฐาน
4. ขั้นประเมินความเที่ยงตรงของสมมุติฐาน
5. ขั้นทบทวนสมมุติฐาน ถ้าจำเป็น
6. ขั้นนำข้อสรุปไปใช้กับปัญหาอื่นที่คล้ายกัน

อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่า เมื่อนักวิทยาศาสตร์มีความสนใจหรือมีปัญหาที่จะค้นคว้าหาคำตอบหรือคำอธิบาย นักวิทยาศาสตร์มักเริ่มต้นด้วยการตั้งสมมุติฐานขั้นก่อนแล้วหาวิธีการรวบรวมสืบเสาะหาข้อมูลโดยการสังเกต หรือวิธีการทดลองเกี่ยวกับปัญหานั้นๆ นักวิทยาศาสตร์เชื่อถือในผลของการสังเกตและการทดลอง การสังเกตเป็นการพิจารณาปัญหาที่ศึกษาอย่างใกล้ชิดโดยการวัดและการรวบรวมข้อมูล การทดลองเป็นการสืบเสาะหาความรู้และหาทางพิสูจน์ว่า อะไรเป็นสาเหตุเป็นผลของปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้น ทั้งนี้นักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อว่า ปัญหาหรือปรากฏการณ์ในธรรมชาตินั้นจะต้องดำเนินไปตามแบบแผน (Pattern) ตามธรรมชาติของมัน เมื่อนักวิทยาศาสตร์ได้รวบรวมผลการสังเกตและผลการทดลองแล้วนำมาประกอบกับประสบการณ์เดิมของเขาทำให้เกิดมโนทัศน์ซึ่งเป็นความรู้ความเข้าใจของปัญหานั้น ๆ และเมื่อนักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสืบค้นต่อไปเพื่อจะอธิบายความเป็นไปของปัญหาหรือปรากฏการณ์นั้นจะทำให้ได้ทฤษฎี กฎ หรือ หลักการ และในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นนักวิทยาศาสตร์อาจไม่จำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด นักวิทยาศาสตร์มักจะหาทางแก้ปัญหาในแนวทางที่เป็นระเบียบแบบแผน อย่างมีทิศทางและมีข้ออ้างอิงและหาวิธีการแก้ปัญหาในหลาย ๆ ทาง

ลักษณะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะของการเปลี่ยนแปลงการสะสมความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ ตั้งแต่ ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ ทฤษฎี หลักการ กฎ สมมุติฐาน การตรวจสอบ การพยากรณ์ของความรู้ประเภทต่างๆ นั้นเป็นการสร้างเสริมความเชื่อมั่นในความรู้เดิมและเป็นการสร้างปัญหา ตั้งสมมุติฐานและได้พบความรู้ใหม่ต่อไปเป็นวัฏจักรดังแผนภาพที่ 21



แผนภาพที่ 21 แสดงโครงสร้างของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากแผนภาพที่ 21 โครงสร้างกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ บริเวณพื้นที่ ก เป็นความรู้หรือล้มเหลว ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน วิธีการหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งด้านการปฏิบัติและพัฒนาความคิดด้วย เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมุติฐานและการออกแบบการทดลองเป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออซูเบล

2.2.1 แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

ออซูเบล (Ausubel 1968) ได้กล่าวไว้ในหนังสือชื่อ Educational Psychology : A Cognitive View ไว้ว่า "ปัจจัยที่สำคัญที่สุดอย่างเดียวที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้คือสิ่งที่ผู้เรียนรู้อยู่แล้ว ค้นหาว่าเขารู้อะไรบ้างแล้วสอนพวกเขาให้สอดคล้องกับสิ่งนั้น"(The most important single factor influencing learning is what the learner already knows. Ascertain this and teach him accordingly)จากคำกล่าวง่าย ๆ นี้มีสิ่งที่ลึกซึ้งที่จะต้องค้นหาความหมายต่อไป โนแวคและไทเลอร์ (Novak and Tyler 1977:25-26) ได้อธิบายเพิ่มเติมไว้ว่า การสืบค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนรู้แล้ว (Ascertain what the learner already knows)หมายถึงการพิสูจน์องค์ประกอบของความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เราต้องการที่จะสอน หรือที่ออซูเบลใช้คำว่า เป็นการพิสูจน์หามโนทัศน์ ที่เกี่ยวข้อง(Subsuming concepts) ที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา(Cognitive structure)ของผู้เรียน ซึ่งคำว่า "โครงสร้างทางปัญญา"(cognitive structure) นั้นในความเห็นของ ออซูเบล หมายถึง ความรู้ที่จัดเก็บไว้ในสมองอย่างเป็นระบบระเบียบด้วยการเชื่อมโยงระหว่าง มโนทัศน์ย่อยในโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่แล้ว(Subsumed concepts)กับมโนทัศน์ที่มีความครอบคลุมมากกว่า(more inclusive concepts) ดังนั้นโครงสร้างทางปัญญาของแต่ละบุคคลจึงแตกต่างกันตามการจัดลำดับความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่มีอยู่ในสมอง

ส่วนคำกล่าวที่ว่า สอนพวกเขาให้สอดคล้องตามนั้น (teach him accordingly) ออซูเบลเสนอว่า ควรสอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful) ซึ่งการเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่นั้นถูกนำไปเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้ว(subsuming concepts or Subsumers) โดยความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้อย่างมีความหมายจะถูกเก็บในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง อันเป็นผลจากการดูดซึม (assimilation) กับมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้วและจะช่วยขยายมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้วอีกด้วย เช่น มโนทัศน์เรื่อง การสังเคราะห์แสงของพืช จะได้รับการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีมโนทัศน์ เกี่ยวกับ พืช อาหาร แสง พลังงาน และการเปลี่ยนรูปของพลังงาน มาแล้วแต่ถ้าผู้เรียนได้รับความรู้ใหม่โดยไม่สัมพันธ์กับมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้วในโครงสร้างทางปัญญาจะเป็นการเรียนรู้แบบท่องจำ (rote learning) เช่น การเรียน คำว่า "Lue" และ"Jex" ซึ่งผู้เรียนไม่มีความรู้เกี่ยวกับคำทั้งสองมาก่อนเลย ผู้เรียนก็จะใช้การเรียนรู้แบบท่องจำ ซึ่งเป็นการเรียนรู้อย่างไม่มีความหมาย

2.2.2 แบบของการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful learning paradigm)

ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายตามแนวคิดของ ออซูเบล นั้น มีจุดเริ่มต้น 2 ประการคือ

1. ข้อตกลงเบื้องต้นซึ่งเป็นจุดสำคัญของทฤษฎีนี้ คือ ปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ คือ ปริมาณ ความชัดเจน และการจัดระบบระเบียบของความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งความรู้เหล่านี้ ประกอบด้วย ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ ประพจน์ ทฤษฎี และข้อมูลดิบที่ผู้เรียนมีอยู่ในช่วงเวลานั้นใน โครงสร้างทางปัญญา ของเขา

2. ธรรมชาติของสิ่งที่จะเรียนว่าผู้เรียนสามารถจะนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ที่เขามีอยู่แล้วได้หรือไม่ ซึ่งการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ในสิ่งที่จะเรียนจะต้องมีลักษณะที่เฉพาะ 2 ประการคือ

ก. มีลักษณะที่ความสัมพันธ์นั้นจะไม่เปลี่ยนแปลงแม้ว่ามโนทัศน์นั้นจะถูกใช้แทนที่ด้วยมโนทัศน์ที่มีความหมายเท่าเทียมกันก็ตาม (Substantiveness)

ข. มีลักษณะที่สิ่งที่จะเรียนรู้นั้นใช้คำที่แทนมโนทัศน์ซึ่งผู้เรียนเข้าใจความหมายอยู่แล้ว อันจะนำไปสู่การนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ที่มีอยู่ (Nonarbitrariness)

ลักษณะเฉพาะเกี่ยวกับความสัมพันธ์ทั้ง 2 อย่าง คือ มีลักษณะที่ความสัมพันธ์นั้นจะไม่เปลี่ยนแปลงแม้ว่ามโนทัศน์นั้นจะถูกใช้แทนที่ด้วยมโนทัศน์ที่มีความหมายเท่าเทียมกันก็ตาม (Substantiveness)และมีลักษณะที่สิ่งที่จะเรียนรู้นั้นใช้คำที่แทนมโนทัศน์ซึ่งผู้เรียนเข้าใจความหมายอยู่แล้ว อันจะนำไปสู่การนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ที่มีอยู่ (Nonarbitrariness) ในสิ่งที่จะเรียนเรียกว่า การมีความหมายเชิงตรรกะ (logical meaningfulness) และแม้ว่าสิ่งที่จะเรียนมีลักษณะที่เรียกว่า การมีความหมายเชิงตรรกะ (logical meaningfulness) แล้วก็ตามแต่ก็ยังไม่เพียงพอที่จะรับประกันว่าสิ่งนั้นจะมีความหมายต่อผู้เรียน จะต้องขึ้นอยู่กับการมีความหมายที่เกิดจากเงื่อนไขของตัวผู้เรียนเอง เรียกว่า ความหมายทางจิตวิทยา(psychological meaning) อีกด้วย ซึ่งเงื่อนไขของตัวผู้เรียนเองมี 2 ประการ คือ

(1) ผู้เรียนแต่ละคนจะต้องมีความรู้ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการเชื่อมโยงกับสิ่งที่จะเรียนในลักษณะที่ความสัมพันธ์นั้นจะไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่ามโนทัศน์นั้นจะถูกนำไปใช้ในลักษณะแตกต่างกันหรือคล้ายคลึงกัน (substantiveness)และสิ่งที่จะเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่ (nonarbitrariness)อยู่ใน โครงสร้างทางปัญญา และตัวสิ่งที่จะเรียนก็ต้องมีสมบัติที่จะทำให้เกิดการเชื่อมโยงที่ความสัมพันธ์นั้นจะไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่ามโนทัศน์นั้นจะถูกนำไปใช้ในลักษณะแตกต่างกันหรือคล้ายคลึงกันและสิ่งที่จะเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่ด้วยเช่นเดียวกัน แสดงว่าสิ่งที่จะ

เรียนนั้นมีสมบัติที่เรียกว่า การมีความหมายเชิงศักยภาพ (potential meaningfulness)

(2) ผู้เรียนมีความตั้งใจที่จะเชื่อมโยงสิ่งที่จะเรียนเข้ากับความรู้ที่มีอยู่แล้วในโครงสร้างทางปัญญา ในลักษณะที่ความสัมพันธ์นั้นจะไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่ามโนทัศน์นั้นจะถูกนำไปใช้ในลักษณะแตกต่างกันหรือคล้ายคลึงกันและสิ่งที่จะเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่ (meaningful learning set)

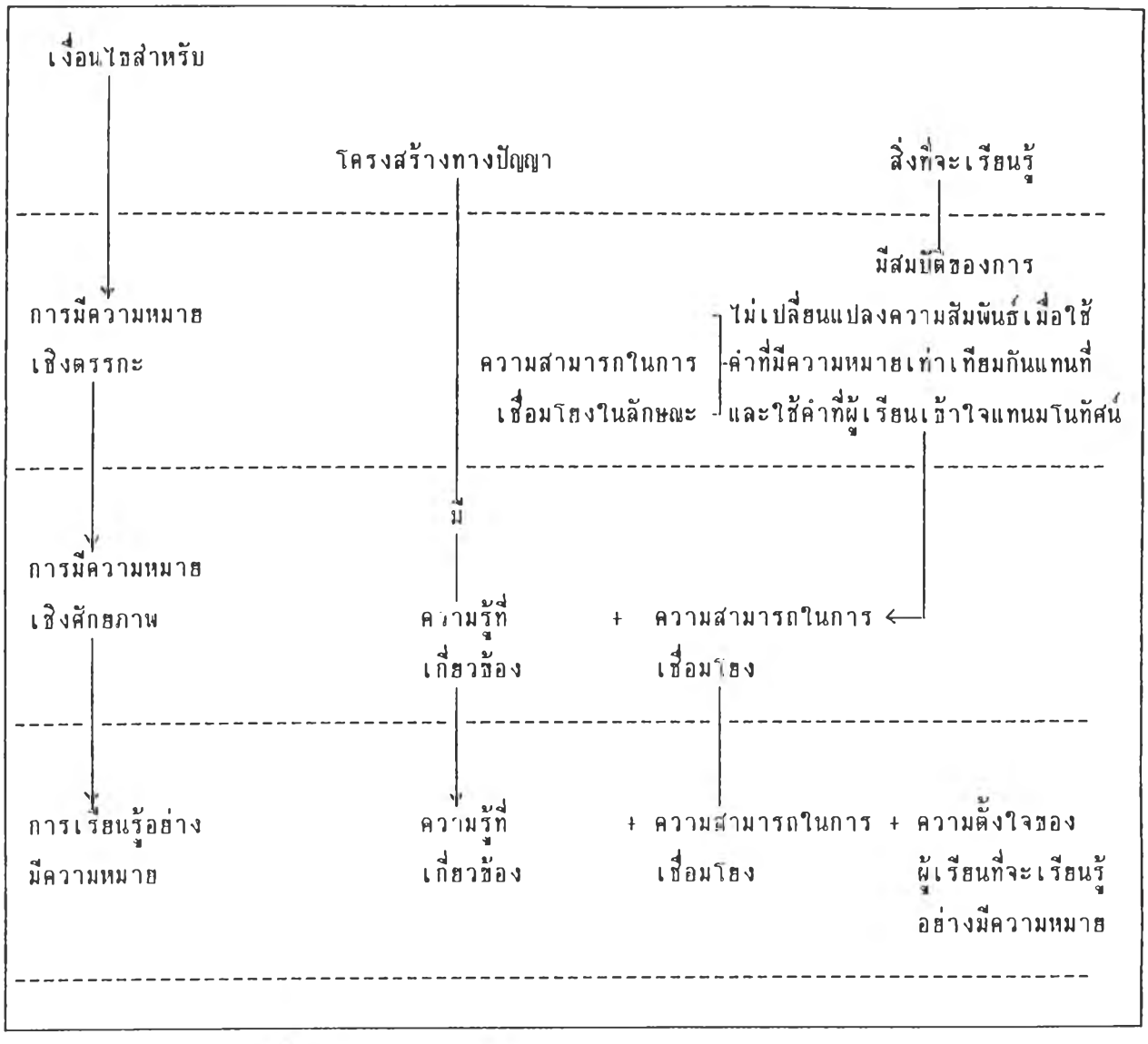
กล่าวโดยสรุป การเรียนรู้อย่างมีความหมาย จะเกิดขึ้นเมื่อมีเงื่อนไข 3 ประการคือ

1. สิ่งที่จะเรียนจะต้องสามารถนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนในลักษณะที่ความสัมพันธ์นั้นจะไม่เปลี่ยนแปลงแม้ว่ามโนทัศน์นั้นจะถูกใช้แทนที่ด้วยมโนทัศน์ที่มีความหมายเท่าเทียมกันก็ตาม (Substantiveness)และมีลักษณะที่สิ่งที่จะเรียนรู้นั้นใช้คำที่แทนมโนทัศน์ซึ่งผู้เรียนเข้าใจความหมายอยู่แล้ว อันจะนำไปสู่การนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ที่มีอยู่ (Nonarbitrariness)

2. ผู้เรียนจะต้องมีความรู้เดิมที่จะสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งที่จะเรียน

3. ผู้เรียนต้องมีความตั้งใจที่จะเชื่อมโยงสิ่งที่จะเรียนกับความรู้ที่มีอยู่ในโครงสร้างของความรู้ ในลักษณะที่ความสัมพันธ์นั้นจะไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่ามโนทัศน์นั้นจะถูกนำไปใช้ในลักษณะแตกต่างกันหรือคล้ายคลึงกันและสิ่งที่จะเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาในสมอง

สำหรับเงื่อนไขที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายสามารถแสดงได้ดังแผนภาพที่



แผนภาพที่ 22 เงื่อนไขสำหรับการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ทั้งความหมายเชิงตรรกะ และความหมายเชิงศักยภาพ (Ausubel,1971)

จากแผนภาพจะเห็นว่าการเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นได้ต้องเกิดการการมีความหมายเชิงตรรกะและการมีความหมายเชิงศักยภาพ และในโครงร้างทางปัญญาของผู้เรียนจะต้องมีความรู้ที่เกี่ยวข้องสิ่งที่จะเรียนและสิ่งที่จะเรียนก็ต้องสามารถนำไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมได้โดยผู้เรียนเองก็ต้องมีความตั้งใจที่จะเชื่อมโยงสิ่งที่จะเรียนกับความรู้เดิมที่มีอยู่

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง การเรียนรู้อย่างมีความหมาย การมีความหมายเชิงศักยภาพ การมีความหมายเชิงตรรกะ และ การมีความหมายทางจิตวิทยา สามารถแสดงได้ดังแผนภาพที่ 29

		(1)		(2)
ก. การเรียนรู้อย่างมีความหมาย	ต้องการ	การมีความหมายเชิงศักยภาพของสิ่งที่จะเรียน	และ	ความตั้งใจที่เรียนรู้อย่างมีความหมาย

		(1)		(2)
ข. การมีความหมายเชิงศักยภาพ	ขึ้นอยู่กับ	การมีความหมายเชิงตรรกะของสิ่งที่จะเรียน	และ	ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะเรียนซึ่งมีอยู่ในโครงสร้างของความรู้

ค. การมีความหมายทางจิตวิทยา	เป็นผลผลิตของ	การเรียนรู้อย่างมีความหมาย	หรือของ	การมีความหมายเชิงศักยภาพ และ ความตั้งใจที่จะเรียนรู้อย่างมีความหมายของผู้เรียน

แผนภาพที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้อย่างมีความหมาย การมีความหมายเชิงศักยภาพ การมีความหมายเชิงตรรกะ และ การมีความหมายทางจิตวิทยา (Ausubel,1971)

2.2.4 สมบัติของการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (The power of meaningful learning)

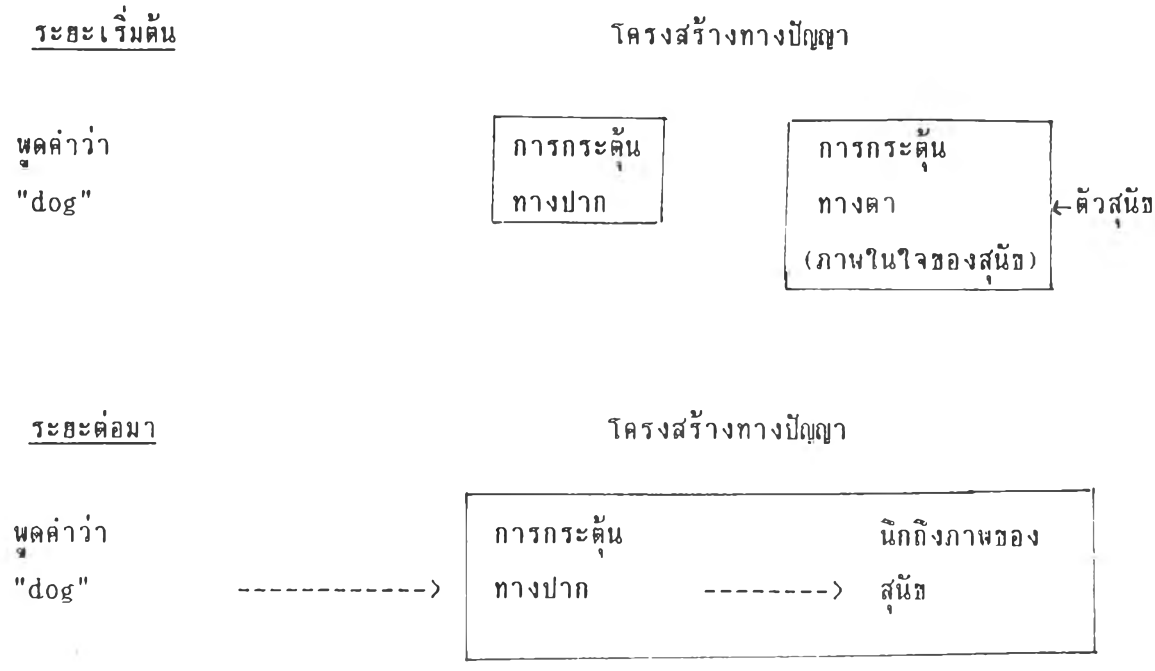
ออซูเบล (Ausubel 1971) ได้กล่าวถึงสมบัติของการเรียนรู้อย่างมีความหมายโดยอ้างถึงคุณสมบัติที่เด่น 2 ประการของการเรียนรู้อย่างมีความหมาย อันได้แก่ ความสัมพันธ์ที่จะไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่ามโนทัศน์นั้นจะถูกนำไปใช้ในลักษณะแตกต่างกันหรือคล้ายคลึงกันและสิ่งที่จะเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาในสมองนั้น สามารถทำให้ผู้เรียนจัดกระทำข้อมูลและมีกระบวนการจัดเก็บที่มีประสิทธิภาพโดยสามารถรับและจัดเก็บเนื้อหาวิชาได้จำนวนมากแม้ว่าจะเคยได้ยินได้ฟังเพียงครั้งเดียวก็ตาม โดยสมบัติทั้งสองส่งผลต่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายดังนี้

1. สมบัติด้านการไม่เปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ (Substantive) จะช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่จะเรียนซึ่งมีสมบัติของการมีความหมายเชิงศักยภาพ (potential meaningfulness) กับ ความรู้ของผู้เรียนที่มีอยู่ใน โครงสร้างทางปัญญา ซึ่งจะช่วยให้เกิดการจัดระบบระเบียบของความรู้ และเป็นการขยายขอบเขตของความรู้ให้กว้างขวางมากขึ้น และก่อให้เกิดความหมายใหม่เกิดขึ้น โดยใช้ความรู้ที่มีอยู่ก่อนเป็นแกนที่จะเชื่อมโยงกับสิ่งใหม่

2. สมบัติเกี่ยวกับคุณสมบัติของสิ่งที่จะเรียนที่ต้องใช้คำที่ผู้เรียนเข้าใจแทนมโนทัศน์ (Nonarbitrary)จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถที่จะดูดซับความรู้ใหม่ และจัดเก็บไว้ได้อย่างดี ทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งนั้นมากกว่าการรับรู้คำที่ใช้แทนสิ่งนั้น ถ้าผู้เรียนได้รับรู้สิ่งใหม่โดยสามารถเชื่อมโยงกับความรู้ที่มีอยู่แล้ว

2.2.4 ชนิดของการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

1. การเรียนรู้ชื่อ (Representative learning,Naming) ออซูเบล (Ausubel 1971) เสนอว่า ในการเรียนรู้สัญญลักษณ์ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้นมีหลักการทั่วไปว่าเด็ก ๆ จะต้องมีความเข้าใจว่าทุก ๆ สิ่งมีชื่อเรียกซึ่งอยู่ในรูปของภาษาพูดและความหมายที่เกิดจากการใช้ชื่อเหล่านั้นก็คือภาพในใจที่เกิดขึ้นเมื่อนึกถึงสิ่งนั้น (proposition of representational equivalence) ตัวอย่างการเรียนรู้คำว่า "dog" มีลำดับขั้นดังนี้



แผนภาพที่ 24 ลำดับขั้นในการเรียนรู้ชื่อ (Ausubel,1971)

2. การเรียนรู้มโนทัศน์ (concept Learning) ในมโนทัศน์ต่าง ๆ จะมีความหมายทั้งแบบความหมายเชิงตรรกะ(logical meaning) และความหมายทางจิตวิทยา (psychological meaning) ซึ่งถ้ามโนทัศน์ใดมีความหมายเชิงตรรกะ แสดงว่า มโนทัศน์นั้น หมายถึงปรากฏการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่งที่จัดไว้ในกลุ่มเดียวกันเนื่องจากมีลักษณะร่วมกันโดยลักษณะร่วมนี้ก็จะช่วยแยกแยะสิ่งนั้นออกจากกลุ่มอื่น ซึ่งเราเรียกลักษณะนี้ว่า คุณลักษณะที่เป็นเกณฑ์(criterial attributes) สำหรับกระบวนการสร้างมโนทัศน์(concept formation)ในสิ่งใดก็เกิดจากการค้นพบคุณลักษณะที่เป็นเกณฑ์ของสิ่งเร้าที่ต้องการเรียนรู้โดยการอนุมาน

สำหรับลำดับขั้นในการเรียนรู้มโนทัศน์นั้นพอสรุปได้ตามแผนภาพที่ 25

ระยะที่ 1

มโนทัศน์มีความหมาย

โครงสร้างทางปัญญา

ภาพในใจขององค์ประกอบซึ่งเป็นคุณลักษณะที่เป็นเกณฑ์	การอนุมาน <---------	จำพวกของวัตถุ

ระยะที่ 2

มโนทัศน์ "ชื่อ"

ที่ต้องการเรียนความหมาย โครงสร้างทางปัญญา

พูดคำว่า "cube"	การกระตุ้นทางปาก ------->	ภาพในใจขององค์ประกอบซึ่งเป็นคุณลักษณะที่เป็นเกณฑ์

แผนภาพที่ 25 ลำดับขั้นในการเรียนรู้ชื่อมโนทัศน์(Ausubel 1971:62)

กล่าวโดยสรุป การเรียนรู้มโนทัศน์ประกอบด้วยกระบวนการ 2 ประการ คือ

(1) การสร้างมโนทัศน์ (concept formation) โดยผู้เรียนค้นพบคุณลักษณะที่เป็นเกณฑ์ด้วยตนเอง

(2) การดูดซึมความหมายของมโนทัศน์ (concept assimilation)โดยผู้เรียนได้เรียนรู้นิยามของมโนทัศน์นั้นนอกเหนือจากการค้นพบคุณลักษณะที่เป็นเกณฑ์ด้วยตนเอง

3. การเรียนรู้ประพจน์ (proposition learning)ประพจน์ก็คือ ประโยค 1 ประโยคนั่นเอง สำหรับประพจน์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ตั้งแต่ 2 มโนทัศน์ขึ้นไป เรียกว่า ข้อสรุปทั่วไป (generalization)ในการเรียนรู้ประพจน์ ก็คือ การทำความเข้าใจความหมายของความคิดที่แสดงไว้ในประโยคนั้น ซึ่งผู้เรียนจะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคำในประโยค (Learning of syntax) และในการเรียนรู้ความสัมพันธ์ของคำในประโยคนั้นผู้เรียนต้องเรียนรู้กฎวากยสัมพันธ์ (syntax rule) ซึ่งผู้พูดภาษานั้นใช้ในการแสดงคำและการรวมคำเป็นประโยค กฎดังกล่าวทางภาษาศาสตร์เรียกว่า รหัสของการสร้างความสัมพันธ์(syntax code) อันประกอบด้วย

(1) คำเชื่อม (คำบุรพบท คำสันธาน)

(2) คำที่ระบุชื่อ (คำนำหน้านาม นิยมคุณศัพท์)

(3) การผันกิริยาตามบุรุษและพจน์ คำบอกจำนวน เพศ รูปการณ์ กาล แบบ และมาลาในไวยากรณ์

(4) กฎการจัดลำดับของคำเพื่อเพิ่มความสัมพันธ์ของความหมายกับประโยคที่บรรยาย

ประพจน์จะได้รับการเรียนรู้อย่างมีความหมายก็ต่อเมื่อ ประพจน์นั้นสามารถเชื่อมโยงหรือมีความสัมพันธ์กับความคิด(ความรู้)ในโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งลักษณะของความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นดังกล่าวมีหลายแบบดังนี้

1. ความสัมพันธ์ที่สิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่เข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของความคิดที่กว้างขวางกว่าและมีอยู่แล้วใน โครงสร้างทางพุทธิปัญญา(subordinate relationship) ซึ่งแบ่งได้ 2 ชนิดคือ

1.1 ความสัมพันธ์ที่สิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่เพียงแต่ช่วยบ่งชี้หรือแสดงความชัดเจนของความคิดหรือประพจน์ที่มีความหมายกว้างขวางกว่าในโครงสร้างทางพุทธิปัญญาให้มากขึ้น(derivative subsumption) เช่น

เด็กเข้าใจประโยค	Cats climb tree .
เด็กก็จะเข้าใจประโยค	The neighbours' cat is climbing our tree.

1.2 ความสัมพันธ์ที่สิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่ช่วยขยายขอบเขตของความคิดหรือประพจน์ที่กว้างกว่าในโครงสร้างทางปัญญาให้มากขึ้น(correlative subsumption) เช่น ถ้านักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ของสี่เหลี่ยมด้านขนาน เมื่อเสนอมโนทัศน์ของสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน เขาก็จะสามารถเรียนรู้อย่างมีความหมายเนื่องจากสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ก็เป็นสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน ลักษณะนี้เป็นการปรับความหมายของมโนทัศน์เริ่มต้นนั่นเอง

2. เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดจากผู้เรียนได้เรียนรู้สิ่งที่มีความหมายที่กว้างขวางกว่าภายหลังจากสิ่งที่มีความหมายแคบกว่าหลาย ๆ อย่าง(Superordinate Relationship) ดังนั้นการมีความหมายที่เกิดจากการมีความสัมพันธ์ในลักษณะนี้จึงต้องเกิดจากการอนุมาน(induction)จากสิ่งเฉพาะหลาย ๆ สิ่งเช่น หลังจากนักเรียนลองวัดมุมภายในของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมมุมฉาก สี่เหลี่ยมด้านขนาน แล้วพบว่าผลรวมของมุมภายในได้ = 360 องศา จากนั้นครูจึงสรุปว่า ผลรวมของมุมภายในรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ เท่ากับ 360 องศา

3. เป็นความสัมพันธ์ในลักษณะที่สิ่งที่ต้องการเรียนรู้ใหม่(อาจเป็นประพจน์หรือมโนทัศน์)ไม่สามารถเชื่อมโยงกับความคิดทั้งที่กว้างกว่าหรือแคบกว่าในโครงสร้างทางปัญญา ของผู้เรียนโดยตรงได้ แต่มีความสอดคล้องกับความคิดที่เกี่ยวข้องอย่างกว้างๆ (Combinatorial Relationship) ความสัมพันธ์ลักษณะนี้มักพบในลักษณะแบบจำลอง เช่น ครูต้องการอธิบายสูตรการหาคาบในการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา เมื่อนักเรียนเข้าใจเรขาคณิตของยูคลิดและหลักกลศาสตร์ของนิวตันมาแล้ว ครูจึงอธิบายว่าลูกตุ้มนาฬิกามีลักษณะโครงสร้างเปรียบเสมือน ส่วนของเส้นตรง และวัตถุตามกฎของนิวตัน

สำหรับความสัมพันธ์แต่ละแบบที่กล่าวมานี้สามารถแสดงได้ดังแผนภาพที่ 26

ความรู้ที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา

ความรู้ใหม่เป็นส่วนหนึ่งของความรู้ที่กว้างกว่า

ความรู้ใหม่ช่วยแสดงความชัดเจน
ของความรู้เดิมที่กว้างกว่า

"Cats climb trees."

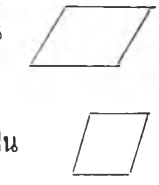
"The neighbor's cat is climbing our tree"

ภาพในใจที่เฉพาะเจาะจง

ความรู้ใหม่ช่วยขยายขอบเขตของ
ความรู้เดิมให้กว้างมากขึ้น

สี่เหลี่ยมด้านขนาน

สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

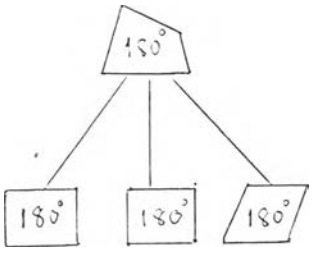


ภาพในใจที่ถูกปรับเปลี่ยน

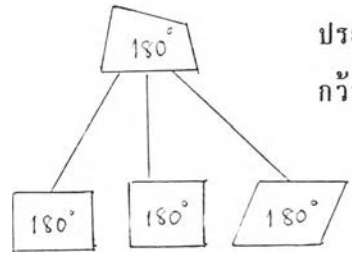
ความสัมพันธ์ที่เกิดจากการได้เรียนรู้สิ่งที่มีความหมายกว้างกว่าจากสิ่งที่มีความหมายแคบกว่า

ระยะที่ 2

ตัวอย่างที่เฉพาะ



ระยะที่ 1
ภาพในใจเกี่ยวกับ
องค์ประกอบได้รับ
การพัฒนาจากตัวอย่าง
เฉพาะโดยการอนุมาน



เรียนรู้โดยดูดซับภายใต้
ประพจน์ที่มีความหมาย
กว้างกว่า

ความสัมพันธ์ที่เกิดจากความรู้ใหม่ไม่สัมพันธ์กับความรู้เดิมโดยตรงแต่เกี่ยวข้องกันอย่างกว้าง ๆ

เป็นโครงสร้างที่
คล้ายกับ

ลูกตุ้มจริง

ซึ่งเข้าใจได้ใน
ลักษณะของ

แบบจำลอง

/ เส้นในเรขาคณิตแบบ
ยูคลิด

e อนุภาคในกลศาสตร์แบบ
F = ma นิวตัน

เบื้องหลังของความรู้
ที่เกี่ยวข้องในโครงสร้าง
ของความรู้

แผนภาพที่ 26 ความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ระหว่างความคิดใหม่และความคิดเดิมที่มีอยู่(Ausubel,1971)

2.2.5 ชนิดของการเรียนรู้

คลอสไมเออร์และริพเพิล (Klausmeier and Ripple,1971) แบ่งการเรียนรู้เป็น 2 ชนิด คือ

1. การเรียนรู้แบบรับ (Reception learning)

2. การเรียนรู้แบบค้นพบ (discovery learning)

การเรียนรู้แต่ละแบบยังแบ่งเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (meaningful learning) และการเรียนรู้อย่างท่องจำ (rote learning) จึงทำให้การเรียนรู้แบ่งเป็น 4 ชนิด คือ

(1) การเรียนแบบรับรู้อย่างมีความหมาย

(2) การเรียนแบบรับรู้โดยการท่องจำ

(3) การเรียนแบบค้นพบอย่างมีความหมาย

(4) การเรียนแบบค้นพบโดยการท่องจำ

การเรียนแบบรับรู้เนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะต้องเรียนรู้ ครูจะเป็นผู้บรรยายและบอกให้ทั้งหมดแต่ในการเรียนแบบค้นพบสิ่งที่เรียนรู้จะค้นพบในตอนท้ายของการเรียน และบางอย่างนักเรียนจะต้องค้นหาเอง ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูลที่ได้รับใหม่ไปบูรณาการกับสิ่งที่อยู่ในโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ และจัดโครงสร้างใหม่หรือขยายโครงสร้างเดิม

การรับรู้หรือการค้นพบ เป็นขั้นแรกของการเรียนรู้ ขั้นต่อมานักเรียนจะต้องนำข้อมูลที่ได้จดจำไว้ใช้ต่อไป ถ้ามีนักเรียนตั้งใจจะให้ข้อมูลที่ได้รับใหม่เกิดความคงทน จำไว้นานโดยการนำไปสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนแล้ว จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ถ้านักเรียนตั้งใจจะจำข้อมูลที่ได้รับใหม่โดยไม่นำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมจะเกิดการเรียนรู้แบบท่องจำ ดังนั้นจากชนิดของการเรียนรู้ทั้ง 4 ชนิดสามารถนำมาอธิบายได้ดังนี้คือ

1. การเรียนแบบรับรู้อย่างมีความหมาย เป็นการเรียนที่ได้รับการสอนสิ่งใหม่ ๆ อย่างครบถ้วนและผู้เรียนนำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่

2. การเรียนแบบรับรู้โดยการท่องจำ เป็นการเรียนที่ผู้เรียนได้รับการสอนสิ่งใหม่ ๆ อย่างครบถ้วนแลผู้เรียนท่องจำไว้

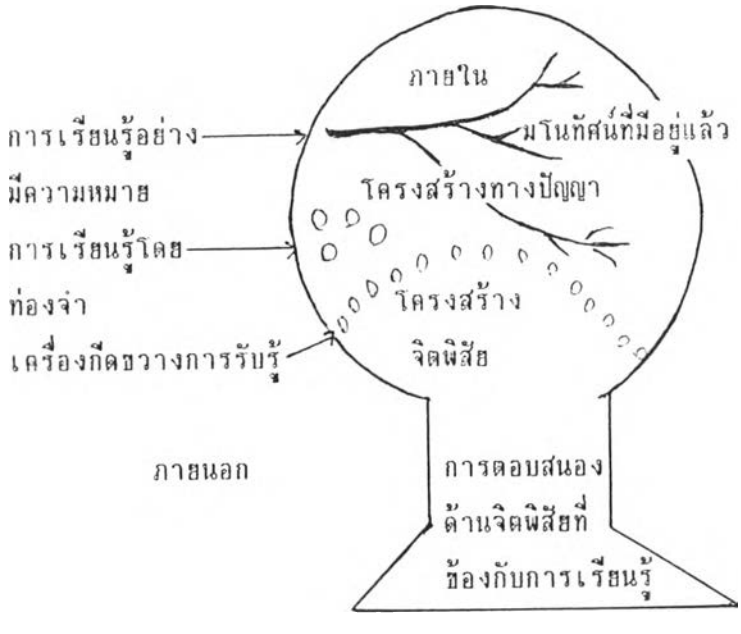
3. การเรียนแบบค้นพบอย่างมีความหมาย เป็นการเรียนที่ผู้เรียนรู้ค้นคำตอบเองและนำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่

4. การเรียนแบบค้นพบโดยท่องจำ เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเองแต่ท่องจำไว้

การนำข้อมูลใหม่เข้าสู่โครงสร้างทางปัญญา จะใช้การดูดซึมเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่เดิม โดยกระบวนการที่เรียกว่า กระบวนการดูดซึม (subsumption) การเรียนรู้อย่างมีความหมายทั้งชนิดรับรู้และค้นพบ เมื่อเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างทางปัญญาแล้ว แม้ว่ามันจะไม่สามารถจะจดจำได้ทั้งหมด แต่ก็สามารถจะระลึกย้อนถึงสิ่งที่เรียนรู้แล้วแต่ไม่ได้นำมาใช้นานแล้ว และสามารถเรียนรู้ใหม่ได้โดยใช้เวลาน้อยกว่าเมื่อเริ่มต้นครั้งแรก

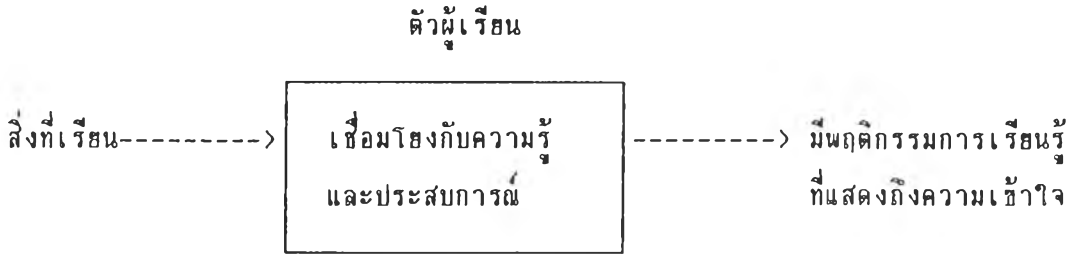
ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออซูเบล ซึ่งมีแนวคิดที่ว่าครูจะสอนสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ที่นักเรียนมีอยู่เดิม ความรู้ที่มีอยู่เดิมนี้จะอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) ซึ่งเป็นข้อมูลที่สะสมอยู่ในสมองและมีการจัดระบบไว้อย่างดีมีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เก่าและความรู้ใหม่อย่างมีระดับขั้น ดังนั้นโครงสร้างทางปัญญาจะใช้เป็นกรอบมโนทัศน์และใช้บันทึกประสบการณ์ต่าง ๆที่ได้รับ

โดยสรุปการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (meaningful learning) จะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่เชื่อมกับมโนทัศน์ที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาเดิมที่มีอยู่ในสมอง ซึ่งออซูเบลเรียกว่ากระบวนการดูดซึม (subsumption) หรือเรียกมโนทัศน์ที่เกิดจากการเชื่อมโยงนั้นว่าซับซูมเมอร์ (subsumer) แต่ถ้าไม่ได้นำความรู้เข้าไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่จะเป็นการเรียนรู้แบบท่องจำ (rote learning) ดังแสดงในแผนภาพที่ 33

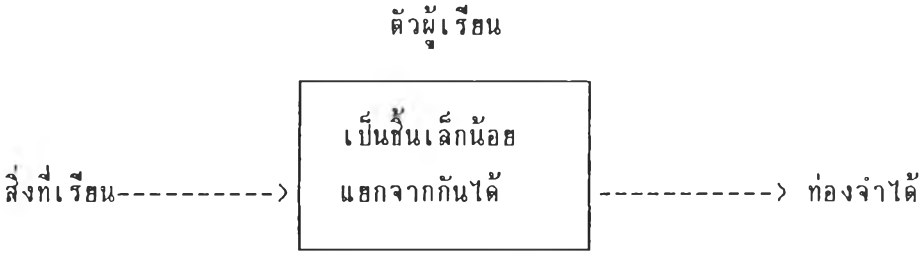


แผนภาพที่ 27 แสดงการเรียนรู้แบบท่องจำและการเรียนรู้อย่างมีความหมายซึ่งเกิดจากการได้รับข้อมูลจากภายนอกผ่านเครื่องกีดขวางการรับรู้(Novak, 1977)

ออซูเบล (อ้างถึงในกิ่งฟ้า, 2525) ได้ชี้ให้เห็นความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้อย่างมีความหมายกับการเรียนรู้แบบท่องจำดังแผนภาพที่ 28 ข้างล่างนี้



แผนภาพที่ 28 การเรียนรู้อย่างมีความหมาย



แผนภาพที่ 29 การเรียนรู้แบบท่องจำ

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ตามแนวคิดของออซูเบล ดังเช่น

โนแวค(Novak 1980 : 2-5) กล่าวว่า "ในการเรียนรู้แบบท่องจำนั้นผู้เรียนจะรับความรู้ใหม่มาอย่างปราศจากเหตุผลแต่การเรียนรู้อย่างมีความหมายผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ได้เข้ากับมโนทัศน์หรือความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว ซึ่งมโนทัศน์เดิมของผู้เรียนจะเป็นสิ่งเร้าใจให้ผู้เรียนสรุปรวมมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกันเกิดเป็นความรู้ใหม่อย่างมีระบบ และเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายได้เร็วขึ้น" โนแวค ได้ยกตัวอย่างการเรียนรู้อย่างมีความหมายและการเรียนรู้แบบท่องจำ โดยกำหนดคำ 12 คำให้นักเรียนสองกลุ่มได้เรียนรู้โดยวิธีแตกต่างกัน กลุ่มแรกเรียนรู้จากการจัดกลุ่มคำที่ไม่เป็นระบบตามบัญชีรายชื่อของสิ่งที่เรียนกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่สอง เรียนรู้จากการจัดกลุ่มคำที่จัดเป็นระบบตามบัญชีรายชื่อกลุ่มที่2

บัญชีรายชื่อกลุ่มที่ 1	บัญชีรายชื่อกลุ่มที่ 2
วานิลา	วานิลา
ช้าง	ชอคโกแลต
โต๊ะเรียนหนังสือ	สตรอเบอรี่
สีเหลือง	ช้าง
ชอคโกแลต	อูฐ
สีแดง	ม้า
อูฐ	โต๊ะเขียนหนังสือ
สตรอเบอรี่	เก้าอี้
สีเขียว	โต๊ะรับประทานอาหาร
ม้า	สีแดง
เก้าอี้	สีเหลือง
โต๊ะรับประทานอาหาร	สีเขียว

จากผลการศึกษานี้ พบว่านักเรียนที่เรียนรู้จากชุดของคำที่จัดอย่างเป็นระบบจะเรียนรู้ได้ง่ายสามารถเข้าใจและจดจำคำต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว

เชอร์ริส และ เคล (Sherris and Kahle,1984) กล่าวว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมายนั้นผู้เรียนจะสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับมโนทัศน์ และหลักการที่ผู้เรียนมีอยู่ในโครงสร้างความรู้เดิม ซึ่งการเรียนรู้อย่างมีความหมายนี้จะทำให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้สามารถระลึกได้แม้ช่วงเวลาจะผ่านไปนอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ ๆ ได้

โนแวค และโกวิน (Novak and Gowin,1985) กล่าวว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมายคือ การที่ผู้เรียนสามารถเลือกที่จะเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับมโนทัศน์ หรือข้อความเดิมที่มีอยู่แล้วอย่างสัมพันธ์กันในขณะที่การเรียนรู้แบบท่องจำนั้นผู้เรียนจะใช้วิธีการจดจำทุก ๆสิ่งที่เรียนอย่างปราศจากเหตุผลโดยไม่มีการผสมผสานเข้ากับโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่เดิม

พรรณี ชูทัย (2528) อธิบายถึงการเรียนรู้อย่างมีความหมายว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ถ้าในการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้น ผู้เรียนมีพื้นฐานที่เชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ได้ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นมีความหมาย

จากความหมายของการเรียนรู้อย่างมีความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมายเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้ที่มีอยู่เดิมในโครงสร้างทางปัญญาอย่างมีเหตุผลและต่อเนื่องกัน ผู้เรียนสามารถจัดระบบความรู้ใหม่ที่ได้เกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจและมีความคงทนในการเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของ ออซูเบล (Ausubel 1971) เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1) การจัดระบบของความรู้ (เนื้อหาในหลักสูตร)

2) วิธีการรับรู้ข้อมูล (วิธีการเรียนรู้)

3) วิธีการนำเอาความรู้ในหลักสูตร และวิธีการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ เมื่อต้องนำเสนอสิ่งใหม่ให้แก่ผู้เรียน (การเรียนการสอน)

นอกจากนั้น โนแวค (Novak,1980) ได้เสนอว่าการเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

1.ลักษณะการจัดเนื้อหา

2.ระดับความสามารถในการเชื่อมโยงมโนทัศน์ของผู้เรียนแต่ละคน

3.ความพยายามในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว

จะเห็นว่าเนื้อหาและโครงสร้างทางปัญญาเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ออซูเบล ได้เสนอหลักการที่สำคัญไว้2 ประการ คือ

1. การจัดลำดับแนวคิดที่เป็นหลักกว้าง ๆ ก่อนที่จะนำเสนอสิ่งที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยและเฉพาะเจาะจง (Progressive Differentiation)

2. การผสมผสานความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมอย่างค่อยเป็นค่อยไปและระมัดระวังเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย(Integrative Reconcilation)

การสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายนั้น ออซูเบล(อ้างถึงในกิ่งฟ้า สินธุวงษ์,2525) ได้ชี้ให้เห็นว่า วิธีสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้นั้นขึ้นอยู่กับเงื่อนไข 3 ประการ ดังนี้

1) ความรู้ใหม่ต้องมีความหมายเชิงเหตุและผลต่อเนื่องกับความรู้เดิมของผู้เรียน

2) โครงสร้างทางปัญญาเดิมของผู้เรียนต้องสัมพันธ์กับความรู้ใหม่

3) ผู้เรียนต้องสนใจและมีเจตนาแน่วแน่ที่จะเรียนรู้อย่างมีความหมาย มิฉะนั้นแล้วการมีเงื่อนไขเพียง 2 ข้อแรกก็อาจจะทำให้เกิดการเรียนรู้แบบท่องจำได้

ออซูเบล (อ้างถึงในกิ่งฟ้า สินธุวงษ์ และ ละออ แสนศักดิ์ ,2524) เน้นว่าในการนำเสนอบทเรียนนั้นผู้สอนควรอย่างยิ่งที่จะจัดประสบการณ์กิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละวิชาในลักษณะที่เป็นมโนทัศน์ ข้อคิดและข้อมูลต้องมีลักษณะดังนี้

ก. มีความหมายสัมพันธ์กันกับโครงสร้างของการรับรู้เข้าใจของผู้เรียน

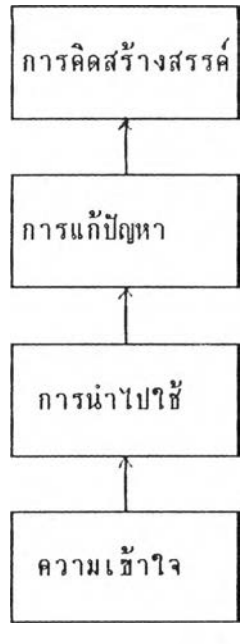
ข. ปลูกฝังให้ผู้เรียนได้รับรู้เข้าใจและคงไว้ซึ่งความรู้ในเรื่องที่สอน

วิธีที่จะเสนอให้ผู้เรียนได้รับรู้เข้าใจตามหลักการ 2 ข้อข้างต้น ได้แก่

1) แสดงให้เห็นความแตกต่างของรายละเอียดในเนื้อเรื่องเพิ่มเติมขึ้นเป็นลำดับ

2) พยายามให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเองเพื่อคงไว้ซึ่งความรู้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในการสอนจึงจำเป็นที่จะต้องให้ผู้สอนรู้จักสรุปข้อคิด และข้อเท็จจริงต่าง ๆ และ รู้จักประสานเข้าด้วยกันระหว่างความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ในขณะที่ต้องตอบสนองอย่างเป็นขั้นตอนต่อคำถามต่าง ๆ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบด้วยตนเอง วิธีนี้จำเป็นจะต้องจัดขั้นตอนของการเรียนรู้ให้ต่อเนื่องกัน

สำหรับการจัดระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของออซูเบลตามแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้อย่างมีความหมายเป็นดังนี้



แผนภาพที่ 30 แสดงการจำแนกระดับผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของออซูเบล

(Ausubel, 1971 :72-74)

พฤติกรรมที่แสดงถึงผลการเรียนรู้อย่างมีความหมายในแต่ละระดับตามแนวคิดของออซูเบล

ระดับ	พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออก
1. ความเข้าใจ	นักเรียนสามารถที่จะ 1) อธิบาย สรุป ความรู้ต่างๆที่ได้เรียนด้วยคำพูดของตนเอง และสามารถยกตัวอย่างประกอบ 2) อธิบายปรากฏการณ์ เหตุการณ์ หรือข้อมูลโดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ รวมทั้งการเขียนกราฟ แผนผัง 3) แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งที่ต้องการอธิบาย 4) การพยากรณ์ปรากฏการณ์ เหตุการณ์ หรือข้อมูลชุดหนึ่งนอกเหนือขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ หรือทฤษฎี และประสบการณ์ที่มีอยู่เป็นเครื่องมืออันเป็นผลมาจากความสามารถในการคิดเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ใหม่เข้ากับมโนทัศน์เดิม
2. การนำไปใช้	นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ เช่น กฎ หลักการ สูตรที่เคยเรียนมาไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน
3. การแก้ปัญหา	นักเรียนสามารถแยกองค์ประกอบที่เกี่ยวกับปัญหา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นองค์ประกอบของปัญหาและการจัดระบบความรู้ที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา
4. การคิดสร้างสรรค์	นักเรียนสามารถนำความรู้ที่มีอยู่มาสังเคราะห์เพื่อสร้างสิ่งใหม่ซึ่งยังไม่เคยเรียนรู้มาก่อน ซึ่งแบ่งได้เป็น 1.การสร้างข้อความสำหรับสื่อความหมายเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในเหตุการณ์ที่ตนกล่าวถึง 2.การสร้างแผนหรือชุดของกิจกรรมที่จะปฏิบัติ 3.สร้างชุดของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เป็นนามธรรม

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า (Advance Organizer)

ออซูเบล (Ausubel 1963 cited by Arends ,1988 :81-83) ได้อธิบายไว้ในทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายว่า ในขณะใดก็ตามผู้เรียนจะมีการจัดระบบความรู้ ในเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นโครงสร้างอย่างคงตัวและมีความชัดเจน ซึ่งเขาเรียกการจัดระบบความรู้นี้ว่า โครงสร้างทางปัญญา(Cognitive Structure) และเขาเชื่อว่าโครงสร้างนี้จะเป็นตัวตัดสินความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้ความรู้ใหม่และการสร้างความสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่แล้ว การมีความหมายจะเกิดขึ้นจากการที่สิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่จะต้องสามารถเชื่อมโยงกับความรู้ที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา ออซูเบลเห็นว่า หน้าที่เบื้องต้นของการศึกษาในระบบ คือ การจัดระบบความรู้สำหรับนักเรียนแล้วนำเสนอความรู้นั้นในลักษณะที่ชัดเจน และ กระจ่าง ตามความคิดของออซูเบลนั้น การสอนจึงเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ ในการที่จะนำเสนอความคิดและความรู้อย่างมีความหมายและมีประสิทธิภาพซึ่งจะทำให้เกิดความคงทนของความรู้และเข้าใจความหมายของสิ่งที่เรียนในการเรียนการสอน ครูควรสร้างเงื่อนไข 3 ประการ คือ

1. เสนอสิ่งที่จะให้เรียนในลักษณะที่มีความหมายเชิงศักยภาพ(Potential meaningful) ด้วยมโนทัศน์ที่สำคัญ หรือหลักการ อย่างมีลำดับขั้นและสัมพันธ์กันมากกว่าการเสนอข้อเท็จจริง

2. หาวิธีการยึด (Anchor) ความรู้ใหม่ กับ ความรู้เดิมของผู้เรียนในโครงสร้างของความรู้ และ

3. ช่วยสร้างความตั้งใจแก่ผู้เรียนที่จะคิดเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมในโครงสร้างของความรู้เพื่อการเรียนรู้ความรู้ใหม่อย่างมีความหมาย

ยุทธศาสตร์การสอนหลักที่ออซูเบลใช้ คือ การนำเสนอโครงสร้างของความคิดล่วงหน้า (advance organizer)

2.4.1 ความหมายของโครงสร้างความคิดล่วงหน้า (Advance Organizer)

ออซูเบล(Ausubel 1968)ได้ให้ความหมายของโครงสร้างความคิดล่วงหน้าว่า เป็นสิ่งที่จัดเสนอไว้ก่อนเรียนเนื้อหาใหม่ มีลักษณะเป็นหลักการทั่ว ๆ ไป ซึ่งมีความเป็นนามธรรม กว้างและครอบคลุมเนื้อหา และเหมาะสมที่จะนำไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมซึ่งได้เรียนมาก่อน

จอยซ์ และวีล (Joyce and Weil,1972) ได้กล่าวถึงโครงสร้างความคิดล่วงหน้าว่าเป็นสิ่งที่มีลักษณะเป็นบทย่อหลักการทั่วไปและมีความกว้างและครอบคลุมเนื้อเรื่อง เหมาะสมที่จะใช้เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

เอื้อมพร จตุรธำรง (2521) ได้ให้ความหมายของโครงสร้างความคิดล่วงหน้าไว้ว่า หมายถึง สิ่งที่จัดขึ้นเพื่อช่วยในการเตรียมโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียนซึ่งเป็นประโยชน์ต่อความเข้าใจและความคงทนในการจำเนื้อหาสาระที่เรียนและทำหน้าที่เป็นบทสรุปสั้น ๆ ของเนื้อหาซึ่งมีรายละเอียดปลีกย่อยมากอีกด้วย โดยอาจจัดในลักษณะบทย่อ เค้าโครง คำถาม หรือลักษณะอื่น ๆ

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ (2525) ยังได้กล่าวถึงโครงสร้างความคิดล่วงหน้าไว้ว่า เป็นข้อความทั่วไป อาจเป็นหลักการหรือมโนทัศน์ที่สำคัญของเรื่องที่เสนอเสนอไว้ก่อนเรียนเรื่องใหม่ เพื่อช่วยประสานความรู้อย่างเหมาะสมระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิม หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วในโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียน

นอกจากนี้ศักดิ์สิน อุ่มสมจารย์ (2529) ก็ได้ให้ความหมายของโครงสร้างความคิดล่วงหน้าว่า หมายถึง สิ่งที่มีลักษณะเป็นบทย่อของหลักการทั่วไปหรือมโนทัศน์สำคัญซึ่งกว้าง ครอบคลุมเนื้อเรื่องจัดเสนอไว้ก่อนเรียนเรื่องใหม่ เพื่อประสานความรู้อย่างเหมาะสมระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียน

จากลักษณะสำคัญของโครงสร้างความคิดล่วงหน้าตามแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาแล้ว หอจะสรุปเป็นลักษณะสำคัญร่วมกันได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ลักษณะสำคัญของโครงสร้างความคิดล่วงหน้าจากการสังเคราะห์ความหมายของนักการศึกษาต่าง ๆ

ลักษณะสำคัญ	ผู้เสนอ
1. เป็นสิ่งที่เสนอไว้ก่อนเรียน	ออซูเบล, กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ , ศักดิ์สิน สมอุ่มจารย์
2. มีความเป็นทั่วไปมากกว่าสิ่งที่จะเรียน (เป็นหลักการทั่วไป)	ออซูเบล, จอยซ์และวีล, กิ่งฟ้า สินธุวงษ์, ศักดิ์สิน สมอุ่มจารย์
3. มีความเป็นนามธรรมมากกว่าสิ่งที่เรียน	ออซูเบล
4. กว้างและครอบคลุมสิ่งที่จะเรียน	ออซูเบล, จอยซ์และวีล, ศักดิ์สิน สมอุ่มจารย์
5. เป็นมโนทัศน์ที่สำคัญของสิ่งที่จะเรียน	กิ่งฟ้า สินธุวงษ์, ศักดิ์สิน สมอุ่มจารย์
6. ใช้เชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมในโครงสร้างของความรู้ของผู้เรียน	ออซูเบล, จอยซ์และวีล, กิ่งฟ้า สินธุวงษ์, ศักดิ์สิน สมอุ่มจารย์
7. เสนอในรูป บทย่อ เค้าโครงเรื่อง คำถาม หรือลักษณะอื่น ๆ	จอยซ์และวีล , เอื้อมพร จตุรธำรง , ศักดิ์สิน สมอุ่มจารย์

2.4.2 ชนิดของโครงสร้างความคิดล่วงหน้า

ออซูเบล (Ausubel 1968) ได้แบ่งโครงสร้างความคิดล่วงหน้าออกเป็น 2 ชนิด คือ

(1) โครงสร้างความคิดล่วงหน้าแบบบรรยาย (expository organizer) เป็นโครงสร้างความคิดล่วงหน้าที่สร้างขึ้นจากความรู้หรือมโนทัศน์พื้นฐานในโครงสร้างทางสติปัญญาที่สัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่ที่จะเรียนโดยเขียนในลักษณะการบรรยายความรู้ที่นำเสนอซึ่งเหมาะสำหรับสอนความรู้ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคย

(2) โครงสร้างความคิดล่วงหน้าแบบเปรียบเทียบ (comparative organizer) เป็นความรู้ที่ใช้สิ่งที่ผู้เรียนคุ้นเคยมานำเสนอเพื่อให้ผู้เรียนใช้คิดเปรียบเทียบกับมโนทัศน์ใหม่แล้วเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ที่มีอยู่แล้วในโครงสร้างทางปัญญานอกจากนี้ยังใช้ระบุความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้วเหมาะสำหรับสอนมโนทัศน์ที่ผู้เรียนคุ้นเคย

ลิวคัส (Lucas 1972) ได้แบ่งประเภทของโครงสร้างความคิดล่วงหน้าออกเป็น 3 ประเภท ตามลักษณะของการช่วยจัดระเบียบความคิดและการรับรู้ คือ

(1) ชนิดโสตสัมผัส (Audio organizer)

(2) ชนิดจักษุสัมผัส (Visual organizer)

(3) ชนิดสิ่งพิมพ์ (Written organizer)

2.4.3 ประโยชน์ของการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า

แอนเดอร์สัน และ ออซูเบล (Anderson and Ausubel,1965) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าไว้ดังนี้

(1) ในการเรียนมโนทัศน์ยาก ๆ โครงสร้างความคิดล่วงหน้าจะมีประโยชน์แก่นักเรียนที่มีความสามารถสูง เพราะช่วยจัดระบบความคิดก่อนเรียนทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้ และเป็นผลดีต่อนักเรียนที่มีความสามารถต่ำและผู้เรียนที่เคยเข้าใจเนื้อหาผิด ๆ อีกด้วย

(2) ถ้าโครงสร้างความคิดล่วงหน้ามีความชัดเจน เที่ยงตรงและจัดไว้ดีแล้วจะช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำ

(3) ช่วยในการเรียนที่ต้องมีการให้ความรู้พื้นฐานก่อน

ออซูเบล และ โรบินสัน (Ausubel and Robinson,1969) ได้กล่าวถึงคุณค่าของโครงสร้างความคิดล่วงหน้า ไว้ดังนี้

(1) ใช้เป็นบทนำที่ช่วยอธิบายล่วงหน้าก่อนเรียนเรื่องใหม่แก่ผู้เรียน

(2) ช่วยแสดงความรู้หรือมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องและเพิ่มผลการเรียนรู้เนื้อหาใหม่

ฮาร์ตเลย์ และ เดวีส (Hartley and Davies,1976) กล่าวถึงประโยชน์ของโครงสร้างความคิดล่วงหน้า ไว้ดังนี้

(1) ช่วยเตรียมโครงสร้างทางสติปัญญา สำหรับการเรียนรู้เรื่องใหม่ของผู้เรียน

(2) ช่วยให้ผู้เรียนช้าสามารถแยกแยะ และ มองเห็นความสัมพันธ์ของความรู้เดิมและความรู้ใหม่

นอกจากนี้โครงสร้างความคิดล่วงหน้า ทำหน้าที่สำคัญคือ เป็นสิ่งช่วยเชื่อมประสานช่องว่างระหว่างสิ่งที่ผู้เรียนรู้มาก่อนแล้วกับสิ่งที่ผู้เรียนต้องการจะเรียนก่อนจะเกิดสัมฤทธิ์ผลในการเรียน (Ausubel,1968)

อาเรนด์ (Arends ,1988) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าไว้ดังนี้

1. โครงสร้างความคิดล่วงหน้า ต้องนำเสนอสิ่งที่เป็นนามธรรมมากกว่าเนื้อหาที่จะเรียน

2. โครงสร้างความคิดล่วงหน้า ต้องออกแบบให้สัมพันธ์กับความรู้เดิมของนักเรียนในโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียน

ตัวอย่างการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าในการเรียนการสอน

ตัวอย่างที่ 1 ครูประวัติศาสตร์ต้องการสอนนักเรียนเรื่องสงครามเวียดนาม หลังจากที่ทบทวนบทเรียนเมื่อวานนี้และบอกจุดประสงค์ในการเรียนแล้ว ครูจึงให้นักเรียนนึกในใจว่านักเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับเวียดนามบ้าง (เป็นการเตรียมให้นักเรียนพร้อมที่จะเรียน) จากนั้นครูจึงนำเสนอมโนทัศน์ล่วงหน้าโดยกล่าวว่า ครูอยากจะให้ความคิดที่จะช่วยให้พวกเธอเข้าใจว่าเหตุใดสหรัฐ-อเมริกาจึงเข้ามาเกี่ยวข้องกับสงครามเวียดนาม ความคิดนั้นคือ "สงครามส่วนมากสะท้อนให้เห็นความขัดแย้งระหว่างประชาชนในเรื่องต่อไปนี้ ความคิด(ความเชื่อ) อาณานิคม และ ผลประโยชน์ทางการค้า " ที่ครูอธิบายพวกเธอถึงการเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริการะหว่างปี ค.ศ.1945-1965 นั้นครูอยากให้พวกเธอลองพิจารณาหาเหตุของความขัดแย้งที่ทำให้สหรัฐอเมริกาตัดสินใจเข้าร่วมต่อสู้ในสงครามเวียดนาม

ตัวอย่างที่ 2 สมมุติว่าครูวิทยาศาสตร์ต้องการสอนเรื่อง อาหารที่ร่างกายต้องการในการดำรงชีวิตหลังจากที่ได้แจ้งจุดประสงค์ในการเรียนแล้ว ครูให้นักเรียนลองบอกอาหารที่นักเรียนรับประทานเมื่อวานนี้(เป็นการเตรียมให้นักเรียนพร้อมที่จะเรียน) แล้วจึงนำเสนอมโนทัศน์ล่วงหน้าดังนี้ ต่อไปนี้ครูจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของอาหารที่จำเป็นในการดำรงชีวิตต่อร่างกายแต่ก่อนอื่น ครูอยากให้ความคิดที่จะทำให้พวกเธอเข้าใจความแตกต่างของอาหารชนิดต่างๆ ที่พวกเธอรับประทานโดยจะบอกว่า "อาหารสามารถแบ่งเป็น 5 หมู่ได้แก่ ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต" อาหารแต่ละหมู่ประกอบด้วยธาตุเฉพาะเช่น คาร์บอน ไนโตรเจน ดังนั้นอาหารที่เรารับประทานเช่น มันฝรั่ง เนื้อ จึงเป็นแหล่งที่มาของธาตุที่อยู่ในอาหารหมู่ต่าง ๆ ตอนนี้ครูจะกล่าวถึงความสมดุลในการบริโภคอาหารที่ร่างกายต้องการโดยให้ความสนใจในอาหารแต่ละหมู่ที่เราบริโภค

ตัวอย่างที่ 3 สมมุติว่าครูศิลปะต้องการแสดงและอธิบายภาพวาดจำนวนหนึ่งซึ่งอยู่ในช่วงเวลาต่างกันแก่นักเรียน หลังจากที่ครูได้ให้ภาพรวมของบทเรียนแล้วครูให้นักเรียนสังเกตความเปลี่ยนแปลงที่ปรากฏในภาพวาดในช่วงเวลาต่าง ๆ แล้วครูจึงนำเสนอมโนทัศน์ล่วงหน้า ดังนี้

ต่อไปนี้ครูจะแสดงและพูดถึงภาพวาดหลายๆภาพ ซึ่งบางภาพวาดขึ้นในฝรั่งเศสระหว่างต้นศตวรรษที่19 ภาพอื่นๆ อยู่ระหว่างปลายศตวรรษที่ 19 ถึงต้นศตวรรษที่ 20 แต่ก่อนอื่นครูอยากให้ความคิดที่จะช่วยให้พวกเธอเข้าใจความแตกต่างของภาพวาดที่พวกเธอจะได้ดู "ความคิดนั้นคือภาพวาดไม่เพียงแต่เป็นสิ่งที่สะท้อนความคิดของศิลปินเท่านั้นแต่แสดงให้เห็นถึงช่วงเวลาที่มันถูกวาดขึ้นด้วย เวลาหรือช่วงเวลามีอิทธิพลต่อชนิดของเทคนิคที่ศิลปินใช้ เช่นเดียวกับสิ่งที่เขาหรือหล่อนวาด รวมทั้งชนิดของสีที่พวกเขาใช้ " การที่ครูให้พวกเธอดูภาพวาดที่แตกต่างกันเหล่านี้ ครูต้องการให้เธอมองความแตกต่างในเรื่อง สี เนื้อหาของภาพวาดและเทคนิคการวาดซึ่งศิลปินใช้และดูว่ามันสะท้อนความคิดของศิลปินในยุคนั้น ๆ อย่างไร (Arends,1988)

2.4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับใช้วิธีการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า

2.4.4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ออซูเบล (Ausubel,1969) ได้ศึกษาผลของการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าเนื้อหาโดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาจิตวิทยา ณ มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ จำนวน 120 คน โดยกำหนดให้กลุ่มทดลองศึกษาบทความที่มีบทย่อเนื้อเรื่อง ที่ตรงกับเนื้อเรื่อง ส่วนกลุ่มควบคุมให้มีบทย่อที่ไม่ตรงกับเนื้อเรื่อง ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีผลการเรียนรู้และความคงทนในการจำเนื้อเรื่องดีกว่ากลุ่มควบคุม

ออซูเบล และ ฟิตซ์เจอรัลด์ (Ausubel and Fitzgerald,1961) ร่วมกันศึกษาค้นคว้าถึงผลของการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า 3 แบบคือ แบบบทย่อเปรียบเทียบ แบบบทย่อที่มีใจความตรงกับเนื้อเรื่อง และบทย่อที่กล่าวถึงที่มาของเรื่อง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยจำนวน 155 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ทดลองโดยให้อ่านบทความที่มีโครงสร้างความคิดล่วงหน้าไว้ล่วงหน้าแต่ละแบบ หลังจากอ่านจบแล้ว 3 วัน จึงทดสอบ พบว่า การอ่านบทความที่มีบทย่อเปรียบเทียบและส่งผลต่อการเรียนรู้และคงทนในการจำสูงกว่าแบบอื่นหลังจากนั้น 10 วัน ก็ทำการทดสอบอีกพบว่า การอ่านบทความที่มีบทย่อเปรียบเทียบและแบบที่มีใจความตรงกับเนื้อเรื่อง ให้ผลการเรียนรู้และความคงทนในการจำสูงกว่าแบบย่อที่กล่าวที่มาของเนื้อเรื่อง

ออซูเบล และ ฟิตซ์เจอรัลด์ (Ausubel and Fitzgerald 1962) ได้ศึกษาผลของการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าบทเรียนโดยเนื้อเรื่องที่ให้ศึกษานั้นเป็นชุดที่ต่อเนื่องและเกี่ยวข้องกันแต่ไม่ได้สัมพันธ์กับความรู้เดิมที่เคยเรียนมาก่อน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง โดยให้กลุ่มทดลองอ่านบทความที่มีการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าไว้ล่วงหน้าแบบบทย่อที่มีใจความตรงกับเนื้อเรื่อง ส่วนกลุ่มควบคุมอ่านบทความที่มีการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าที่มีใจความไม่ตรงกับเนื้อเรื่อง ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ พบว่าความแตกต่างของคะแนนระหว่าง 2 กลุ่ม เห็นได้ชัดเจนในกลุ่มนักศึกษาที่มีความสามารถทางภาษาต่ำ โดยผู้วิจัยให้เหตุผลว่า กลุ่มที่มีความสามารถทางภาษาสูงสามารถจัดมโนทัศน์ของเนื้อหาใหม่ได้อย่างอัตโนมัติ ฉะนั้นเด็กที่มีความสามารถทางภาษาต่ำ จึงต้องการเครื่องช่วยในการจัดมโนทัศน์ของเรื่องในการอ่านหรือศึกษาข้อความที่มีรายละเอียดมาก ๆ

ออซูเบล และ ยูสเซฟ (Ausubel and Youssef cited in Mayer and Bromage,1980) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าในปี ค.ศ.1963 โดยทดลองกับนักศึกษาระดับวิทยาลัย โดยกลุ่มทดลองให้อ่านโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแบบเปรียบเทียบซึ่งเปรียบเทียบให้เห็นความสัมพันธ์และความแตกต่างระหว่างศาสนาพุทธกับศาสนาคริสต์ก่อนเรียนเนื้อเรื่อง ส่วนกลุ่มควบคุมให้อ่านบทน่าที่กล่าวถึงที่มาของเนื้อเรื่อง ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

โพรเกอร์ และ คณะ (Proger and others 1970) ได้เสนอผลการวิจัยที่ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ที่เกิดจากการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าที่จัดไว้ล่วงหน้าหน้าบทเรียนในลักษณะต่างกัน 4 แบบ คือ แบบบทย่อที่มีใจความตรงกับ เนื้อเรื่อง แบบโครงเรื่อง แบบข้อสอบถูก-ผิด และแบบเติมคำ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 124 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มแบ่งแบ่งออกตามความสามารถทางภาษาเป็น 5 ระดับ คือ ระดับความสามารถทางภาษาต่ำสุด ต่ำ ปานกลาง สูงกว่าปานกลางและสูงสุด ผลการวิจัยพบว่า โครงสร้างความคิดล่วงหน้าทั้ง 4 แบบ ทำให้ผลการเรียนรู้สูงขึ้นในกลุ่มที่มีความ

สามารถทางภาษาต่ำสุด ต่ำ และ ปานกลาง ส่วนกลุ่มที่มีความสามารถทางภาษาสูงกว่าปานกลางและสูงสุดไม่แตกต่างกันและยังพบอีกว่า การนำเสนอมโนทัศน์ล่วงหน้าที่จัดไว้ล่วงหน้าบทเรียนแบบบทย่อที่มีใจความตรงกับเนื้อเรื่องและแบบโครงเรื่อง ให้ผลการเรียนรู้สูงกว่าแบบข้อสอบถูก-ผิด และแบบเติมคำ

เคนเนดี (Kennedy ,1975) ได้เสนอผลการวิจัยเกี่ยวกับผลของการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าบทเรียน 2 แบบ คือ แบบบทย่อที่มีใจความตรงกับเนื้อเรื่องที่เรียนและแบบบทนำที่กล่าวถึงที่มาของเรื่องกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับวิทยาลัย จำนวน 60 คน เนื้อหาที่ใช้เป็นวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ระบบเมตริก ผลการวิจัยพบว่า

(1) บทเรียนที่มีโครงสร้างความคิดล่วงหน้าทั้ง 2 แบบ ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

(2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีประสบการณ์ทางการเรียนต่างกัน ไม่แตกต่างกัน

(3) บทเรียนที่มีการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแบบบทย่อที่มีใจความตรงกับเนื้อเรื่องที่เรียนให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า บทเรียนที่นำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าไว้ล่วงหน้าแบบบทนำที่กล่าวถึงที่มาของเนื้อเรื่อง

(4) นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงจะจำเนื้อหาได้ดีกว่าที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ

ผลการวิจัยของ เคนเนดี ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เมเออร์ (Maher,1975) ที่ พบว่า การนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าไว้ล่วงหน้าบทเรียนช่วยให้ผลการเรียนรู้สูงขึ้นและพบว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการอ่านต่ำจะได้รับประโยชน์จากการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้ามากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านสูง

ครอยล์ (Croyle,1980) ได้ศึกษากับนักเรียนเกรด 7 จำนวน 80 คน โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม จัดเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่มดังนี้ กลุ่มที่หนึ่งได้รับโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแบบสรุปย่อเรื่อง บทเรียน และ แบบทดสอบหลังเรียน กลุ่มที่สองได้รับโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแบบเล่าเรื่อง บทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน กลุ่มที่สามได้ทำกิจกรรมและเล่นเกมส์ บทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ส่วนกลุ่มที่สี่เป็นกลุ่มควบคุมได้รับเฉพาะบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม และ นักเรียนที่มีความสามารถในการอ่านต่ำของกลุ่มทดลองได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำของกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแบบสรุปย่อเรื่องมีผลต่อนักเรียนที่มีความสามารถในการอ่านต่ำมากกว่าสิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้าแบบอื่นๆ

อามาน (Aman,1982) ได้ทดลองกับนักเรียนเกรด 9 จำนวน 91 คน แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม สองกลุ่มแรกเรียนโดยมีการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าและชุดการเรียน สองกลุ่มหลังเรียนจากชุดการเรียนอย่างเดียว กลุ่มที่ 5 เป็นกลุ่มควบคุม ผลการทดลองพบว่า กลุ่มที่เรียนโดยมีการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าและชุดการเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยชุดการเรียนอย่างเดียวและยังพบว่าโครงสร้างความคิดล่วงหน้าไม่สามารถใช้เป็นสื่อการสอนได้โดยตรงต้องใช้ประกอบกับสื่ออื่น ๆ

แลนซ์ (Lantz, 1983) ได้ทดลองกับนักเรียนเกรด 8 จำนวน 300 คนในเนื้อหาเรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ กลุ่มทดลองได้รับการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแบบข้อความผสมกราฟิกส์และแบบสรุปข้อเท็จจริงท้ายบท กลุ่มควบคุมไม่ได้รับโครงสร้างความคิดล่วงหน้า ผลการทดลองพบว่า โครงสร้างความคิดล่วงหน้ามีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของนักเรียนทุกระดับความสามารถ และยังช่วยให้นักเรียนทำข้อสอบหลังเรียนและข้อสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

สแตนคีวิช (Stankiewice,1984) ได้ศึกษาผลของการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าต่อการจำ และการประยุกต์ข้อเท็จจริงของนักเรียนเกรด 7,8 หลังจากการไปทัศนศึกษาพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์มาแล้วกลุ่มทดลองได้รับโครงสร้างความคิดล่วงหน้า ซึ่งประกอบด้วยมโนทัศน์ต่างๆ เกี่ยวกับสิ่งที่แสดงในพิพิธภัณฑ์ก่อนไปทัศนศึกษา กลุ่มควบคุมไม่ได้รับมโนทัศน์ล่วงหน้า ผลการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนความจำและการประยุกต์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.4.4.2 งานวิจัยในประเทศไทยเกี่ยวกับการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า มีดังนี้

เจียมจิต ห้าวหาญ (2522) ได้ศึกษาความเข้าใจในการอ่านและความคงทนในการจำของนักเรียนโดยการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า ที่ให้ก่อนนำเสนอบทเรียน 3 แบบ คือ แบบบทย่อที่มีใจความตรงกับเนื้อเรื่อง แบบโครงเรื่องและแบบมีข้อสอบถูก-ผิด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 45 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่มได้รับการจัดโครงสร้างความคิดล่วงหน้าก่อนนำเสนอบทเรียนกลุ่มละหนึ่งแบบผลการวิจัยพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีความเข้าใจในการอ่านไม่แตกต่างกัน โครงสร้างความคิดล่วงหน้าแบบโครงเรื่องทำให้นักเรียนมีความคงทนในการจำสูงกว่าอีก 2 แบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

จิระพันธ์ เดมะ (2524) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ ความเข้าใจและ ความคงทนในการเรียนรู้ต่อเนื้อหาที่เสนอโดยสื่อประเภทละครวิทยุที่ไม่มีและมีการนำเสนอโครงสร้างของความคิดล่วงหน้าชนิดโสตสัมผัส 3 แบบก่อนเสนอละครวิทยุ คือ

(1) แบบเสนอเค้าโครงเรื่อง

(2) แบบเสนอเรื่องย่อ

(3) แบบเสนอคำถามเชิงอัตนัย

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2523 จำนวน 160 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแล้วแบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม แต่ละกลุ่มได้รับการทดลองดังนี้ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับโครงสร้างความคิดล่วงหน้าชนิดโสตสัมผัส แบบเสนอเค้าโครงเรื่องก่อนเสนอละครวิทยุ กลุ่มทดลองที่2 ได้รับโครงสร้างความคิดล่วงหน้าชนิดโสตสัมผัส แบบเสนอเรื่องย่อก่อนเสนอละครวิทยุ กลุ่มทดลองที่ 3 ได้รับโครงสร้างความคิดล่วงหน้าชนิดโสตสัมผัส แบบเสนอคำถามเชิงอัตนัยก่อนเสนอละครวิทยุ กลุ่มควบคุม รับฟังละครวิทยุเพียงอย่างเดียว โดยกลุ่มทดลองทั้ง3 กลุ่ม ได้ฟังโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแต่ละแบบ กลุ่มละ 5 นาที แล้วฟังละครวิทยุ 30 นาที หลังจากนั้นได้รับการทดสอบเพื่อวัดผลการเรียนรู้ จากนั้นทิ้งช่วงไปอีก 2 สัปดาห์ กลุ่มทดลองได้รับการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับและไม่ได้รับโครงสร้างความคิดล่วงหน้าทั้ง 3 แบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดโครงสร้างความคิดล่วงหน้าชนิดโสตสัมผัสแบบเรื่องย่อ สูงกว่าแบบคำถามเชิงอัตนัยและสูงกว่าแบบปกติ ส่วนแบบเค้าโครงเรื่องสูงกว่าแบบคำถามเชิงอัตนัยและสูงกว่าแบบปกติ ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับและไม่ได้รับโครงสร้างความคิดล่วงหน้า ทั้ง 3 แบบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยโครงสร้างความคิดล่วงหน้าชนิดเรื่องย่อ และ แบบเสนอเค้าโครงเรื่องทำให้มีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่าแบบเสนอคำถามเชิงอัตนัยและสูงกว่าแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศักดิ์สิน สมอุ่มจารย์ (2527) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่อง กลไกการสังเคราะห์แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนตามหลักการของออซูเบลกับการสอนตามแนวหลักสูตรปัจจุบัน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จันทร์แรม สุวรรณไตรย์ (2532) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนโดยการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้ากับ การสอนตามปกติ ในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้ากับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 โรงเรียนอนุบาลขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 2 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มนพ สกลศิลป์ศิริ (2534) ได้ศึกษาผลของการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแบบต่าง ๆ ก่อนการเสนอเทปโทรทัศน์ที่มีผลการเรียนรู้และความคงทนในการจำ วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแบบต่างๆ คือ แบบเรื่องย่อ แบบโครงเรื่องและแบบคำถามเชิงอัตนัย ก่อนการนำเสนอเทปโทรทัศน์ที่มีผลต่อการเรียนรู้และความคงทนในการจำ ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ในภาคเรียนที่2 โรงเรียนน้ำพองศึกษา อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ปีการศึกษา2533 จำนวน 150 คน กลุ่มควบคุมให้ศึกษาเนื้อหาจากเทปโทรทัศน์เพียงอย่างเดียวโดยไม่ได้รับโครงสร้างความคิดล่วงหน้า ส่วนกลุ่มทดลองจะได้รับโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแบบต่างๆกันก่อนการเสนอเทปโทรทัศน์ คือ กลุ่มทดลอง กลุ่มที่1 ได้รับแบบเรื่องย่อ กลุ่มทดลอง กลุ่มที่ 2 ได้รับแบบโครงเรื่อง กลุ่มทดลองกลุ่มที่3 ได้รับแบบคำถามเชิงอัตนัย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแบบต่าง ๆ คือ แบบเรื่องย่อ แบบโครงเรื่อง และแบบคำถามเชิงอัตนัย มีผลการเรียนรู้และความคงทนในการจำแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 โดยนักเรียนที่ได้รับโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแบบเรื่องย่อและแบบคำถามเชิงอัตนัยมีผลการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแบบโครงเรื่องและนักเรียนที่ไม่ได้รับโครงสร้างความคิดล่วงหน้าก่อนการเสนอเทปโทรทัศน์

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า การนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า ที่จัดไว้ก่อนบทเรียนแบบย่อที่มีใจความตรงกับเนื้อเรื่องทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้สูงกว่าแบบอื่น ๆและโครงสร้างความคิดล่วงหน้าจะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้อีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำวิธีการจัดโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแบบบทย่อไปใช้รวมกับหลักการเรียนรู้อย่างมีความหมายแบบอื่นๆในการพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ (Concept Map)

2.5.1 ความหมายของแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ (Concept Map) ไว้ดังต่อไปนี้

โนแวค (Novak,1984)ให้ความหมายไว้ว่า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เป็นสิ่งที่ใช้แทนความสัมพันธ์อย่างมีความหมายระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ในรูปของประพจน์ (Proposition) มโนทัศน์เหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กันโดยใช้คำเชื่อม เช่น ท้องฟ้ามีสีน้ำเงิน เป็นประพจน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่าง ท้องฟ้า และ สีน้ำเงิน ซึ่งให้ความหมาย2 อย่างคือ ท้องฟ้าและ สีน้ำเงิน แต่เมื่อนักเรียนได้เรียนประพจน์นี้แล้วจะเกิดความหมายที่แตกต่างกันในภายหลัง เช่น ท้องฟ้า คือ อากาศและอากาศไม่มีสีแต่วัตถุที่อยู่ในอากาศสะท้อนกับแสงอาทิตย์ทำให้สีของท้องฟ้ามีสีน้ำเงิน

คลิบเบิร์น (Cliburn,1987)กล่าวไว้ว่า "แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้เสนอกรอบความคิด และ ความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบ "

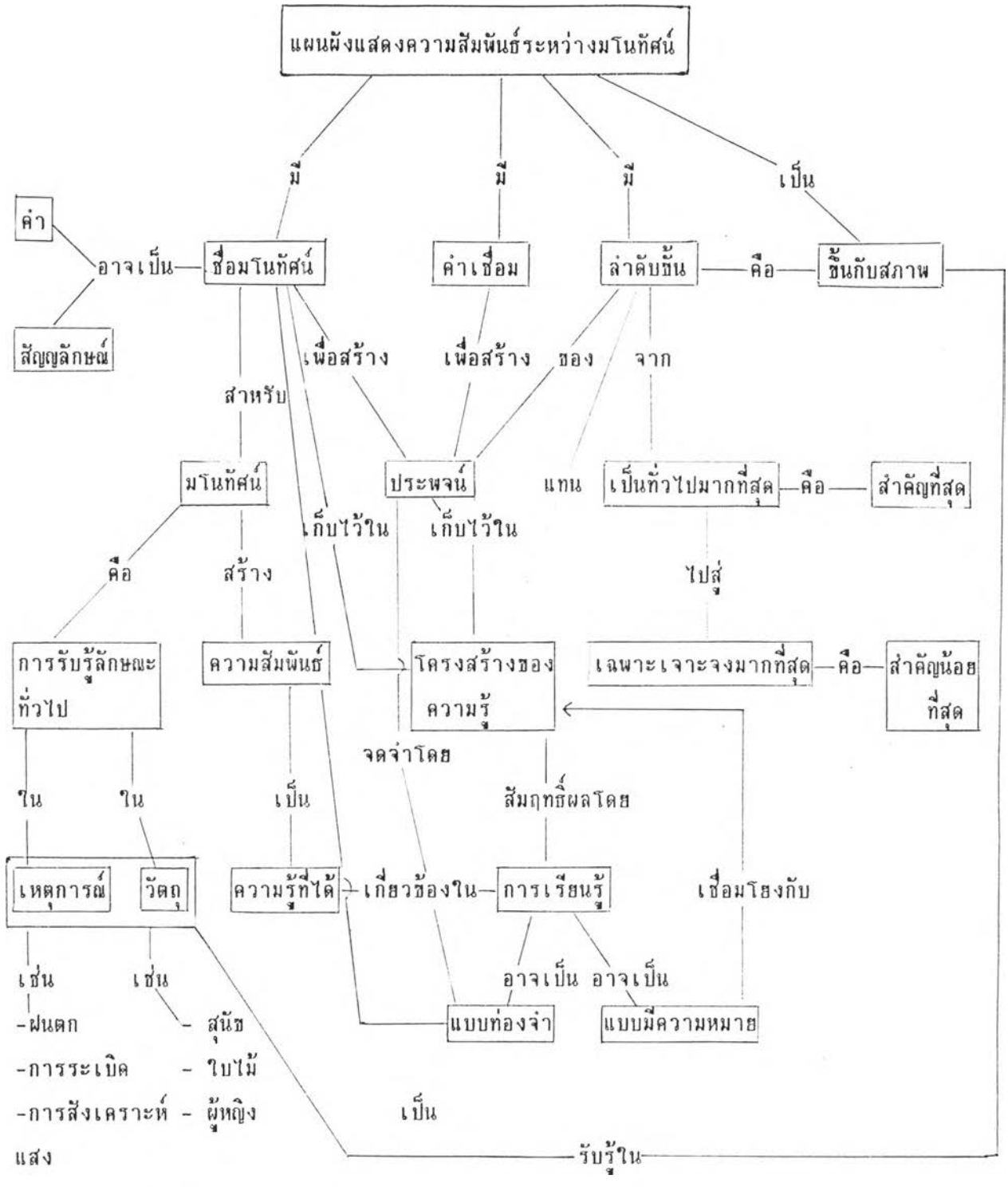
มอไรรา (Moreira, 1979) กล่าวว่า "แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์หมายถึงแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อย่างมีลำดับขั้น เพื่อแสดงให้เห็นการจัดมโนทัศน์ของวิชาใดวิชาหนึ่งหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของวิชาซึ่งอาจจะมีทิศทางเดียวหรือ 2 ทิศทาง หรือมากกว่า"

สจ๊วต เคิร์ก และ โรเวล (Stewart,Kirk and Rowell อ้างถึงในพิทักษ์ เจริญวานิช ,2531)ได้ให้ความหมาย แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ว่าเป็นการแสดงโครงสร้างของรายวิชาหรือแสดงส่วนหนึ่งของรายวิชาโดยแสดงในรูป 2 มิติ เพื่อแสดงข้อมูลของรายวิชาเป็นโครงสร้างในลักษณะเชิงเส้นที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องในรายวิชาอย่างเหมาะสม โดยทั่วไปจะแสดงความสัมพันธ์ต่อเนื่องจากมโนทัศน์ที่มีความหมายทั่วไป(General concept)ซึ่งเขียนไว้ที่ส่วนบนสุดของแผนผัง มโนทัศน์รองจะลดหลั่นลงมาเรื่อย ๆ จนถึงมโนทัศน์เฉพาะ (Specific concept)

การ์ดเนอร์ (Gardner อ้างถึงใน ศักดิ์สิน สมอุ่มจารย์, 2529)ได้ให้ความหมายว่า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เป็นการแสดงถึงความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา(Cognitive structure)จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ จะประกอบด้วยมโนทัศน์อย่างน้อย 2 มโนทัศน์และจะมีคำเชื่อมที่เรียกว่า ข้อความเชื่อม แสดงความสัมพันธ์และความแตกต่างของมโนทัศน์อย่างมีลำดับขั้น เริ่มจากมโนทัศน์ที่มีความหมายครอบคลุมมากไปยังมโนทัศน์ที่จำเพาะเจาะจง โดยให้มโนทัศน์ที่มีความหมายครอบคลุมอยู่ด้านบน มโนทัศน์ที่จำเพาะเจาะจงอยู่ด้านล่าง

โนแวค โกวิน และ โจฮันเสน (Novak,Gowin and Johansen, 1983) ได้ให้ความหมาย แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ว่าเป็นการแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์หลายมโนทัศน์ โดยมีคำหรือข้อความเชื่อม เพื่อให้มโนทัศน์เหล่านั้นมีความหมาย โดยจัดมโนทัศน์ที่ครอบคลุม(General concept)ให้อยู่ด้านบนสุดจากนั้นค่อย ๆ ลดลำดับลงมาลงมาเป็นมโนทัศน์รองลงมาจนถึงจนถึงมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจงแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าและเป็นยุทธศาสตร์ในการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

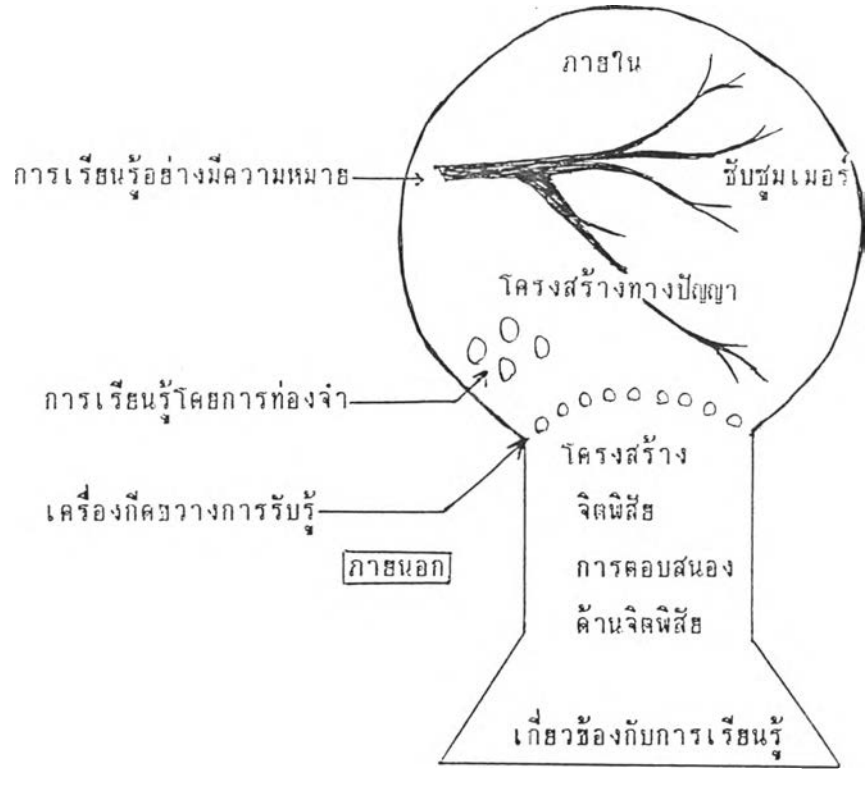
จากความหมายของ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ที่ได้ศึกษามาทั้งหมดพอสรุปได้ว่า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เป็นแผนผังที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีความหมายระหว่างมโนทัศน์ตั้งแต่ 2 มโนทัศน์ขึ้นไปอย่างมีลำดับขั้น โดยจะมีคำหรือข้อความเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ให้อยู่ในรูปประโยค มโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างและครอบคลุมจะจัดไว้บนสุดของแผนผังแล้วลดหลั่นลงมาเป็นมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้นจนเป็นมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจงมากที่สุดซึ่งอาจเป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ หรือชื่อเฉพาะซึ่ง โนแวค (Novak,1991)ได้สรุปความหมายของแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ โดยเขียนเป็นแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ดังแผนภาพที่ 30



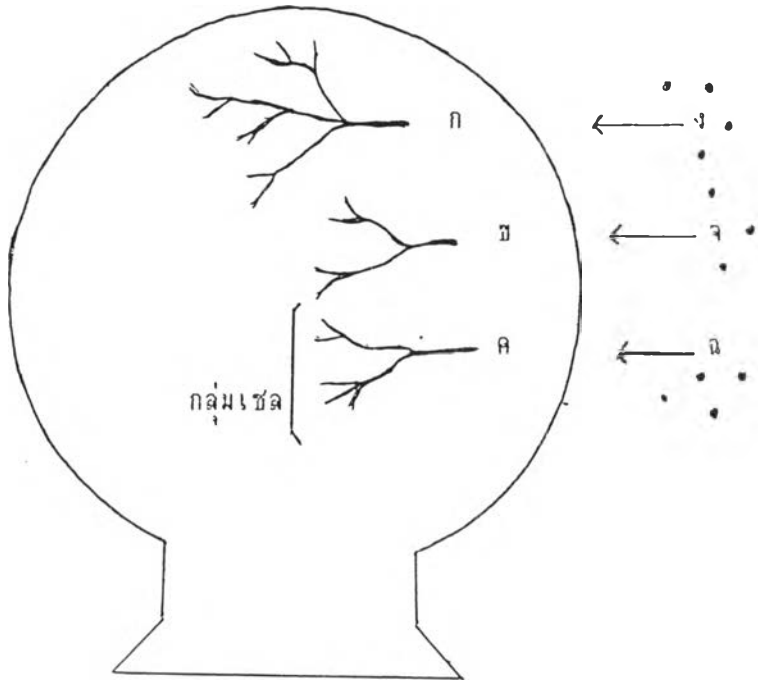
แผนภาพที่ 31 แสดงองค์ประกอบของแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ตามแนวคิดของโนแวค (Novak, 1991)

2.5.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานของแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful verbal learning theory) ของ ออซูเบล (Ausubel,1969) โดยทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายมีแนวคิดที่ว่าครูควรจะสอนสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ ความรู้ที่มีอยู่เดิมนี้จะอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ซึ่งเป็นข้อมูลที่สะสมอยู่ในสมองและมีการจัดระบบไว้เป็นอย่างดีมีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมและความรู้ใหม่อย่างมีลำดับขั้น ดังนั้นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย(Meaningful learning) จะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่อยู่ในโครงสร้างของความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมองซึ่งออซูเบลเรียกว่า กระบวนการดูดซึม (subsumption) และเรียกมโนทัศน์ที่เกิดจากการเชื่อมโยงนั้นว่า ซับซูมเมอร์ (subsumer) แต่ถ้าไม่ได้นำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่จะเป็นการเรียนรู้แบบท่องจำ (Rote learning) ดังแสดงในแผนภาพที่ 32



แผนภาพที่ 32 แสดงการเรียนรู้แบบท่องจำและการเรียนรู้อย่างมีความหมายซึ่งเกิดจากการได้รับความรู้จากภายนอกผ่านเครื่องกีดขวางการรับรู้(Novak,1977)



แผนภาพที่ 33 แสดงการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เมื่อ ง,จ,ฉ เป็นความรู้ใหม่จะเชื่อมโยงกับโครงสร้างทางปัญญา (subsumer) คือ ก,ข และ ค จากภาพจะเห็นว่า ก มีความซับซ้อนมากกว่า ข และ ค (Novak,1977)

การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ซึ่งโนแวคพัฒนาขึ้นมานั้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออซูเบล 3 ประการต่อไปนี้

1.โครงสร้างทางปัญญา(Cognitive Structure) เป็นโครงสร้างที่มีอยู่ในสมองจะมีการจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างและครอบคลุมไปสู่มโนทัศน์ที่แคบและมีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น

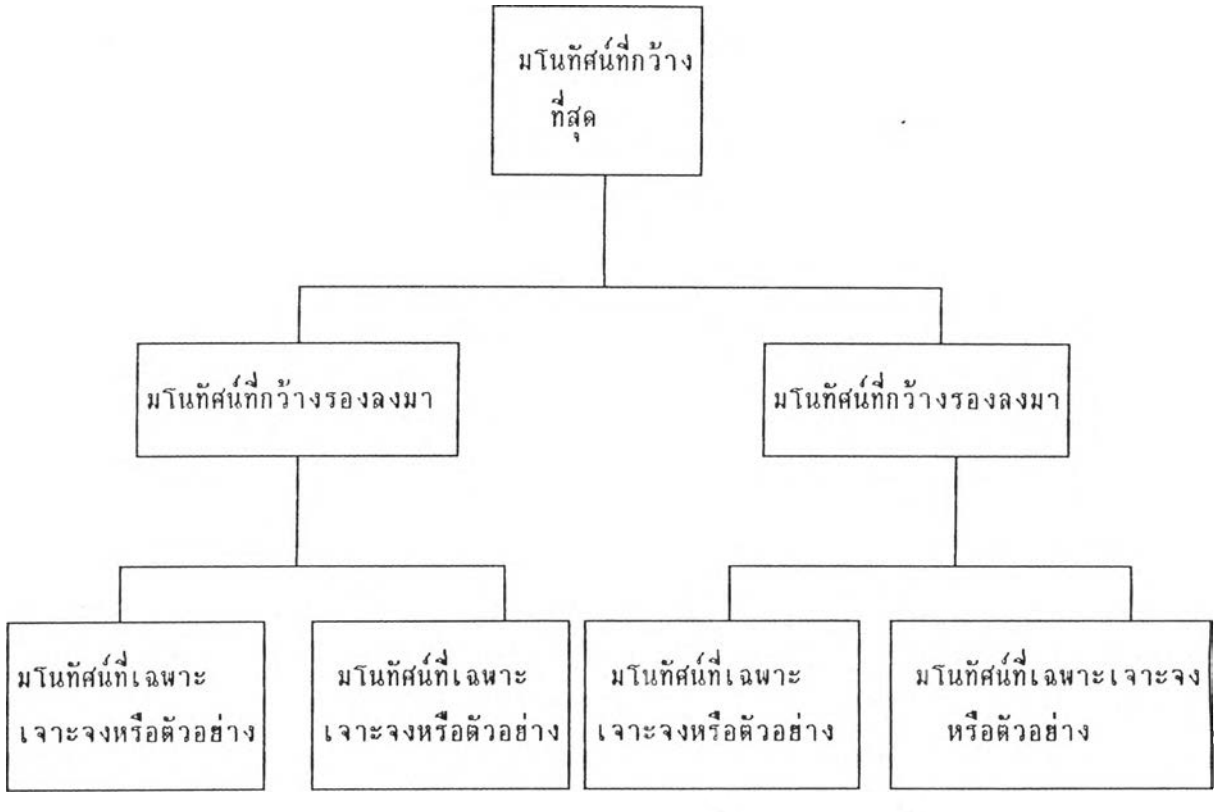
2.กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า (Progressive Differentiation) จากหลักการการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออซูเบลที่กล่าวว่าการเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิม เกิดเป็นความสัมพันธ์ใหม่จึงทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างไม่สิ้นสุด จะเป็นการขยายความรู้ให้กว้างขวางขึ้นจนกลายเป็นการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า โดยจัดให้มโนทัศน์ที่มีความหมายระดับกว้างอยู่ด้านบนของโครงสร้างความรู้เสียก่อนแล้วจัดมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงอยู่ถัดลงมา จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนได้ดีขึ้น

3.การประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการ (Integrative reconciliation)

จากหลักการการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออซูเบลที่กล่าวว่าการเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิม ดังนั้นถ้าผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่ให้เข้ากับมโนทัศน์เดิมแล้วจะทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่และหากมีการเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ก็จะทำให้เกิดการประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการของมโนทัศน์ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายมากขึ้น

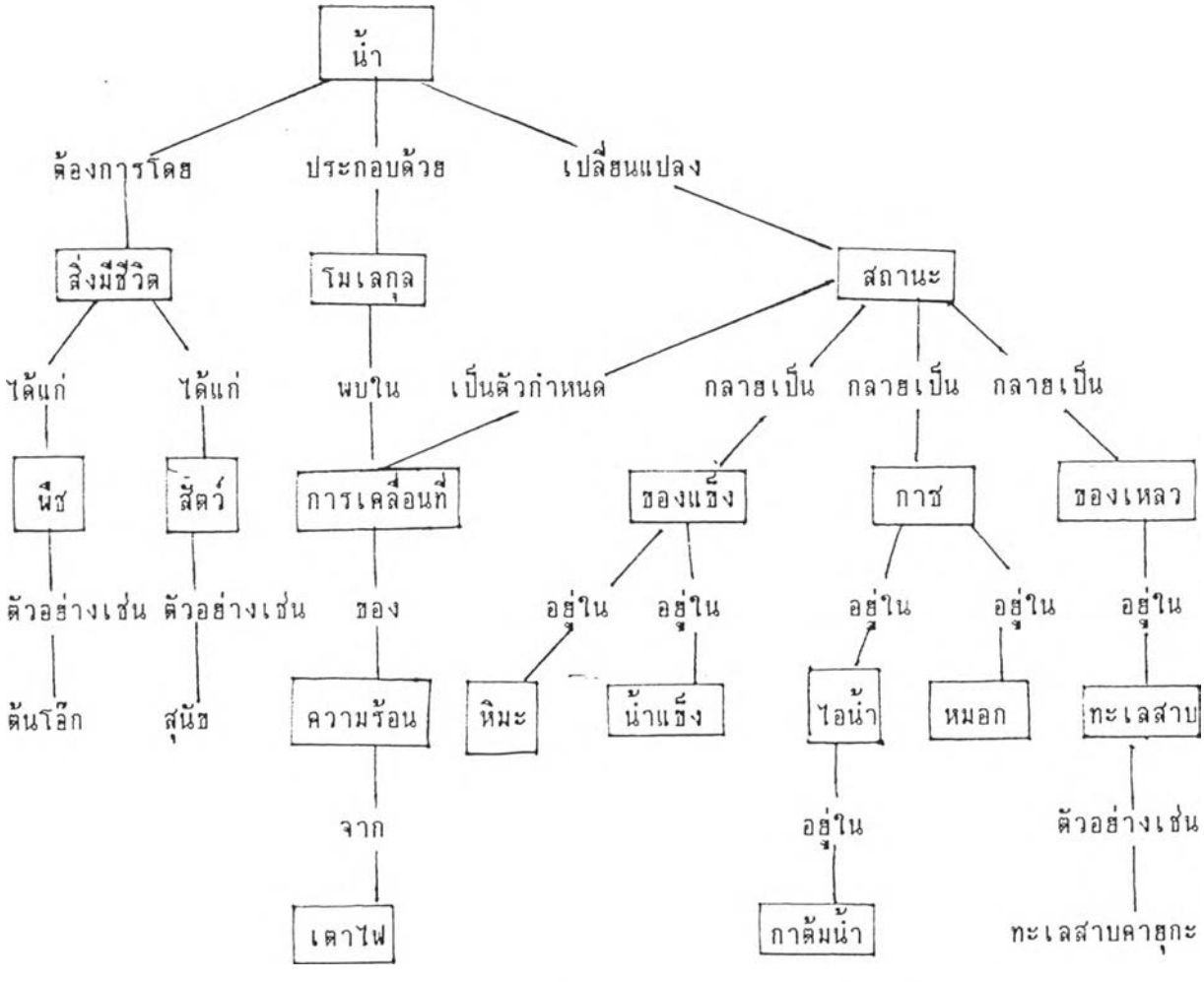
2.5.3 <u>การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์</u>

แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ดีจะช่วยทำให้นักเรียนและครูผู้สอนเกิดความชัดเจน เห็นวิธีการเชื่อมโยงความหมายของมโนทัศน์และทำให้นักเรียนสามารถสรุปสิ่งที่เรียนรู้ได้ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะเรียงลำดับความซับซ้อนจากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างและซับซ้อนไปสู่มโนทัศน์ที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงมากขึ้นซึ่งมอไรรา (Moreira,1979)ได้นำแนวคิดของโนแวคไปใช้ในการวิจัยและเสนอลักษณะการจัดแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ไว้ดังแผนภาพที่ 34



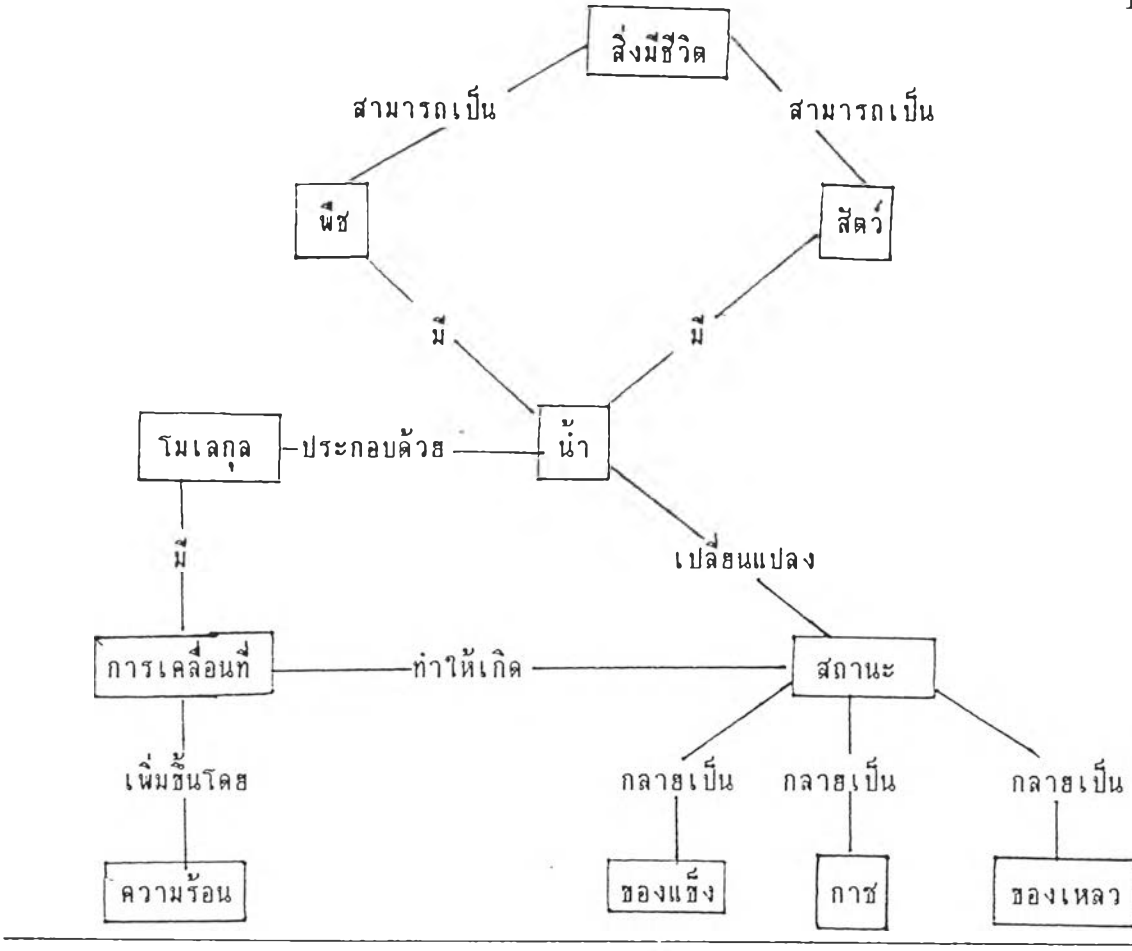
แผนภาพที่ 34 แสดงการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อย่างอย่างง่าย (Moreira ,1979)

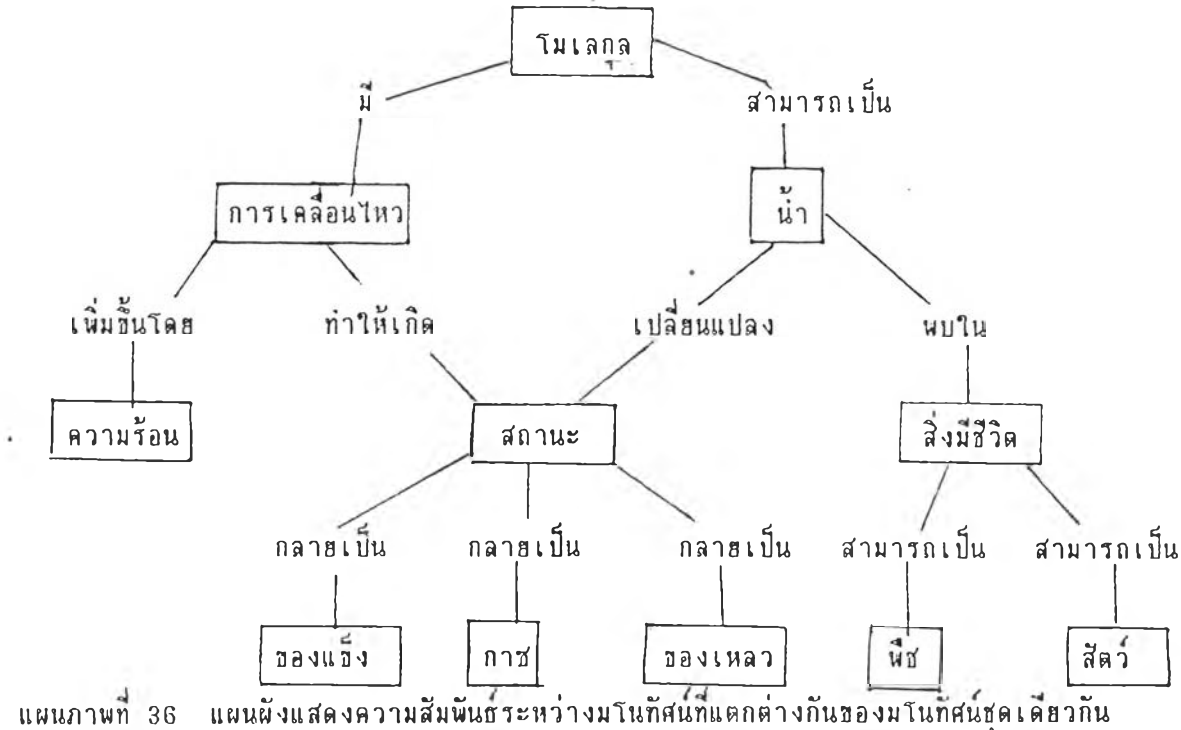
จากแผนภาพที่ 34 จะเห็นว่าจะมีการแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ โดยมโนทัศน์ที่มีความกว้างหรือมีความซับซ้อนมากจะอยู่ด้านบน ส่วนมโนทัศน์ที่มีความกว้างรองลงมาหรือมีความซับซ้อนรองลงมาจะอยู่ถัดลงมา และมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้นหรือซับซ้อนน้อยจะอยู่ด้านล่างและลำดับสุดท้ายจะเป็นตัวอย่างซึ่งจัดว่าเป็นมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงมากที่สุดดังตัวอย่างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เรื่อง น้ำ ที่โนแวคสร้างขึ้น ดังแผนภาพที่ 35



แผนภาพที่ 35 ตัวอย่างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เรื่องน้ำ (Novak,1984)

ในการเรียนรู้เรื่องเดียวกันความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์หลักและมโนทัศน์รองอาจเปลี่ยนแปลงได้ บางมโนทัศน์อาจจะถูกยกขึ้นมาเป็นมโนทัศน์หลักได้ แต่ยังคงเป็นความสัมพันธ์ของข้อความที่มีความหมาย เช่น ตัวอย่าง แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ในแผนภาพที่ 36 ซึ่งประกอบด้วยมโนทัศน์ที่เหมือนกัน 11 มโนทัศน์ แต่มีการจัดลำดับแตกต่างกัน





แผนภาพที่ 36 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่แตกต่างกันของมโนทัศน์ชุดเดียวกัน (Novak, 1984)

ในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ สามารถสร้างได้หลายวิธี ในแต่ละวิธีนั้นจะเริ่มต้นด้วยการแนะนำแนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ อาจกระทำในรูปกิจกรรมเกี่ยวกับการเรียนรู้หรือแนะนำโดยตรง โดยการให้คำจำกัดความของมโนทัศน์และวัตถุประสงค์ในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ จะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ (Novak,Gowin and Johansen,1983)

สจ๊วด เคิร์ก และ โรเวล (Stewart ,Kirk and Rowell อ้างถึงใน พิทักษ์ เจริญวานิช ,2531) ได้เสนอแนะวิธีการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

1. จำแนกมโนทัศน์หลัก (Major Concepts) หลักการ (Principles) ที่จะครอบคลุมมโนทัศน์ และมโนทัศน์เฉพาะ แล้วทำการเรียงลำดับมโนทัศน์เหล่านั้น โดยนักเรียนจะต้องหาข้อความมาเชื่อมเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ การจัดลำดับมโนทัศน์จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการเช่น ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ข้อจำกัดที่มีในหลักการ ความรู้พื้นฐานของครู ความรู้พื้นฐานและความสนใจของนักเรียน

2. ลากเส้นโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์เด่นชัดขึ้นเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังศึกษา

โนแวค (Novak,1980) ได้เสนอแนะวิธีการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เป็นขั้นตอนดังนี้

1. คัดเลือกบทเรียนจากหนังสือเรียนที่ไม่ยากจนเกินไป ควรเป็นเนื้อหาสั้น ๆ และประกอบด้วยมโนทัศน์ที่ไม่มากจนเกินไป

2. วิเคราะห์มโนทัศน์ที่มีความสำคัญ ด้วยการเขียนมโนทัศน์แต่ละมโนทัศน์ลงบนกระดาษ

3. จัดลำดับหรือแยกแยะมโนทัศน์ โดยดูว่ามโนทัศน์ใดเป็นมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมมโนทัศน์ใดเป็นมโนทัศน์รอง มโนทัศน์ใดเป็นมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง

4. เรียงลำดับมโนทัศน์ ให้มโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมอยู่บนสุด และลดหลั่นลงมาด้วยมโนทัศน์รอง จนกระทั่งถึงมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง

5. ลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ จากนั้นหาคำหรือข้อความมาเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ เพื่อให้มโนทัศน์เหล่านั้นสัมพันธ์กัน

6. ตรวจสอบ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้น ที่สร้างขึ้นให้ถูกต้องตามเนื้อหา

อาร์นอดิน และ คณะ (อ้างถึงใน พิทักษ์ เจริญวานิช,2531) ได้เสนอวิธีการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ โดยปรับปรุงมาจากแนวคิดของโนแวคซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้น ดังนี้

1. อ่านเนื้อหาให้เข้าใจ โดยแบ่งเป็นตอนสั้น ๆ

2. ระบุมโนทัศน์หลัก (Major Concepts) ด้วยการจดบันทึกหรือขีดเส้นใต้

3. เขียนรายชื่อมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง แล้วเรียงลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์หลักจนถึงมโนทัศน์เฉพาะ

4. เขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้นโดยให้มโนทัศน์หลักอยู่ข้างบน มโนทัศน์รองลดหลั่นลงมา แล้วลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์

5. พยายามแยกมโนทัศน์ออกเป็นมโนทัศน์ย่อย ๆ

6. หาความสัมพันธ์ตามขวาง (Cross links) คือความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่อยู่คนละแถวกันของมโนทัศน์ใน แผนผังแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้น

อัลท์ (Ault, 1985) ได้เสนอแนะวิธีการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ โดยแบ่งเป็น5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือก การเลือกเรื่องที่จะสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อาจนำมาจากตำรา สมุดจดคำบรรยาย คำอธิบายก่อนการปฏิบัติการ เริ่มจากการอ่านข้อความนั้นอย่างน้อย 1 ครั้ง แล้วระบุมโนทัศน์ที่สำคัญโดยขีดเส้นใต้คำหรือประโยคที่สำคัญ ซึ่งอาจเป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ แล้วลอกมโนทัศน์เหล่านั้นลงในแผ่นกระดาษเล็ก ๆ เพื่อความสะดวกในการจัดความสัมพันธ์

ขั้นที่ 2 จัดลำดับ นำมโนทัศน์ที่สำคัญซึ่งได้เขียนลงแผ่นกระดาษเล็ก ๆ แล้วนำมาจัดลำดับจากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่ครอบคลุม

ขั้นที่ 3 จัดกลุ่ม นำมโนทัศน์มาจัดกลุ่มเข้าด้วยกันโดยมีเกณฑ์ 2 ข้อคือ

1) จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่อยู่ในระดับเดียวกัน

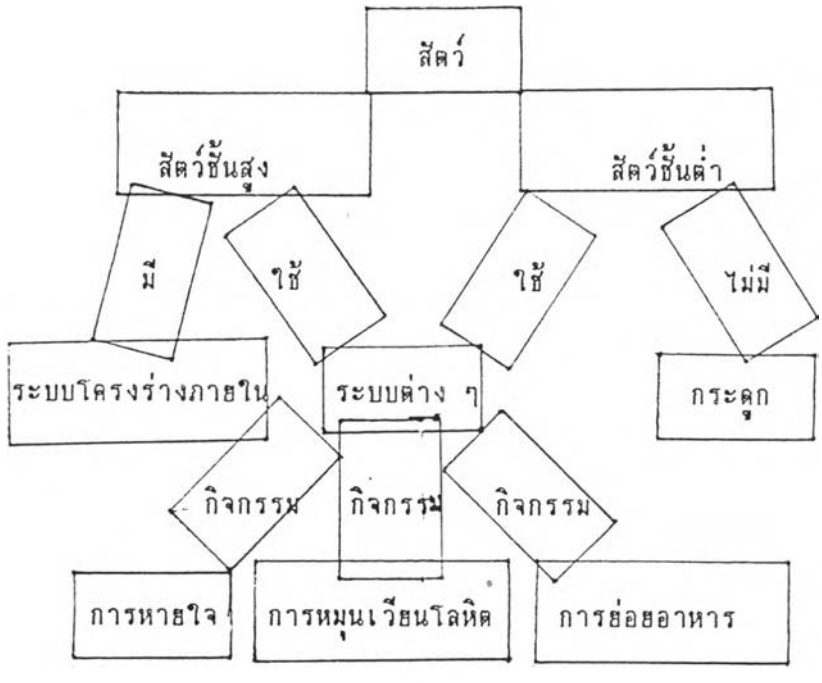
2) จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 4 จัดระบบเมื่อจัดกลุ่มมโนทัศน์แล้วนำมโนทัศน์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมาจัดระบบตามลำดับความเกี่ยวข้อง ซึ่งในขั้นนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรืออาจหามโนทัศน์อื่น ๆ มาเพิ่มเติมได้อีก

ขั้นที่ 5 เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กัน เมื่อจัดระบบมโนทัศน์ที่สำคัญแล้วนำมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงกันโดยการลากเส้นเชื่อมโยงกันและมีคำเชื่อมระบุความสัมพันธ์ไว้ทุกเส้น หลังจากใส่คำเชื่อมแล้วสามารถอ่านเป็นประโยคได้ เส้นที่ลากเชื่อมโยงนี้อาจเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ชุดเดียวกันหรือเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ที่ต่างกัน (cross link) ก็ได้

2.5.4 การสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

การสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ได้นั้นเริ่มแรกจะต้องให้นักเรียนเข้าใจความหมายของมโนทัศน์และสามารถยกตัวอย่างได้ก่อน นักเรียนจึงจะสามารถเลือกมโนทัศน์ที่สำคัญออกมาจากบทเรียนหรือสิ่งพิมพ์อื่น ๆ ได้ แล้วจึงนำมโนทัศน์เหล่านั้นมาเรียงลำดับจากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้าง จนถึงมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนหาคำมาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เหล่านั้น ซึ่งในระยะแรกอาจให้นักเรียนเขียนมโนทัศน์และคำเชื่อมลงในแผ่นกระดาษสี่เหลี่ยมที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก เพื่อทดลองจัดลำดับมโนทัศน์จนกระทั่งเหมาะสมดังตัวอย่างในแผนภาพที่ 37



แผนภาพที่ 37 การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์โดยใช้แผ่นกระดาษสี่เหลี่ยมเคลื่อนย้ายได้ (Novak, 1984)

การสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้นจากที่กล่าวมาสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ให้นักเรียนเข้าใจความหมายของมโนทัศน์และสามารถยกตัวอย่างมโนทัศน์ได้
2. ให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญจากบทเรียนหรือสิ่งที่ต้องการศึกษาอยู่
3. ให้นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างที่สุดจนถึงมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง รวมทั้งยกตัวอย่างต่าง ๆ

4. ให้นักเรียนจัดเรียงมโนทัศน์บนแผ่นกระดาษสี่เหลี่ยมที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ และระบุความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกัน จนกระทั่งได้เห็นว่าเหมาะสมจึงลอกลงสมุด

โนแวค (Novak,1980) ได้เสนอวิธีการสอนโดยให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ขั้นดังนี้

1. ครูสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ก่อนที่จะทำการสอนและนำมาเป็นตัวอย่างให้นักเรียนศึกษาควบคู่กับการทำความเข้าใจเนื้อหาที่จะสอน

2. เลือกเนื้อหาที่จะให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ซึ่งควรประกอบด้วยมโนทัศน์ที่นักเรียนเข้าใจได้ง่ายก่อน

3. สอนให้นักเรียนทำการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่สำคัญในบทเรียนนั้นแล้วให้นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์ในบทเรียนนั้นตามความสำคัญของมโนทัศน์ตามเนื้อหาที่ได้รับ

4. ในบางครั้งครูและนักเรียนร่วมกันสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์บนกระดานดำหรือบนเครื่องฉายข้ามศีรษะ (overhead projecter)

5. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม แล้วร่วมกันสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

6. เมื่อนักเรียนมีความชำนาญในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์แล้ว ครูเริ่มตรวจแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และข้อความเชื่อมที่นำมาใช้ในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ได้จากนักเรียนอาจมีความแตกต่างกันกันเพราะในการวิเคราะห์มโนทัศน์ออกมาของแต่ละคนไม่เหมือนกัน จึงทำให้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นจึงแตกต่างกันได้

โนแวค (Novak,1984) ได้เสนอแนวทางในการสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ โดยเสนอแนวทางไว้สำหรับนักเรียนสำหรับนักเรียนเกรด7-วิทยาลัย ไว้ดังนี้

ก. กิจกรรมการเตรียมตัวในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

1. ครูให้ชุดของคำที่นักเรียนคุ้นเคย 2 ชุด โดยเขียนบนกระดานดำหรือเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ คำชุดหนึ่งเป็นวัตถุ เช่น รถยนต์ สุนัข เก้าอี้ ต้นไม้ เมฆ หนังสือ ฯลฯ คำอีกชุดหนึ่งเป็นเหตุการณ์ เช่น ฝนตก การเล่น การซักผ้า การคิด เสียงฟ้าร้อง งานวันเกิด ฯลฯ แล้วให้นักเรียนบอกความแตกต่างของคำทั้ง 2 ชุด เพื่อช่วยให้นักเรียนบอกได้ว่าคำชุดแรกเป็นสิ่งของ ส่วนชุดหลังเป็นเหตุการณ์

2. ให้นักเรียนอธิบายถึงสิ่งที่คิดถึงเมื่อได้ยินคำต่าง ๆ เช่น รถยนต์ สุนัข ฯลฯ และครูอธิบายให้เห็นว่าแม้ว่าเราจะใช้คำเดียวกัน แต่ทุกคนก็ยังคิดถึงสิ่งที่แตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ภาพที่เกิดขึ้นในสมองสำหรับคำเหล่านี้คือ "มโนทัศน์" แล้วอธิบายความหมายของมโนทัศน์

3. ทำกิจกรรมเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่ใช้ชุดของคำที่เป็นเหตุการณ์ และชี้ให้เห็นความแตกต่างที่เกิดในสมอง และครูอธิบายเพิ่มเติมว่าการที่คนเราเข้าใจไม่ตรงกัน เป็นเพราะว่าแต่ละคนมีมโนทัศน์ไม่เหมือนกัน แม้ว่าจะเป็นมโนทัศน์ของสิ่งเดียวกัน คำเป็นสิ่งที่บอกมโนทัศน์ แต่เราได้รับความหมายของคำแต่ละคำแตกต่างกัน จึงทำให้เกิดมโนทัศน์แตกต่างกัน

4. ครูเขียนคำเหล่านี้บนกระดาน where , the , is ,then ,with แล้วถามนักเรียนว่าเกิดภาพอะไรขึ้นในใจเมื่อได้ยินคำเหล่านี้ คำเหล่านี้ไม่ใช่คำที่ทำให้เกิดมโนทัศน์เรา เรียกว่า คำเชื่อม (Linking words) จะใช้เชื่อมมโนทัศน์เพื่อสร้างประโยคที่มีความหมาย

5. ครูอธิบายว่าวิสามานยนาม ไม่ใช่คำที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ แต่เป็นเพียงชื่อเฉพาะของ คน เหตุการณ์ สถานที่ หรือวัตถุ ครูยกตัวอย่างเพื่อช่วยให้นักเรียนเห็นความแตกต่างระหว่างคำสามัญที่แสดงเหตุการณ์หรือวัตถุ กับ คำวิสามานยนามซึ่งเป็นคำเฉพาะ เช่น ชื่อคน

6. ครูยกตัวอย่างมโนทัศน์ 2 มโนทัศน์ และคำเชื่อมแล้วสร้างเป็นประโยคสั้น ๆ บนกระดาน เพื่อให้เห็นการเชื่อมโยงกันระหว่างมโนทัศน์ และคำเชื่อมเพื่อให้เกิดความหมาย ตัวอย่าง เช่น สุนัขกำลังวิ่ง ท้องฟ้ามีเมฆ

7. ให้นักเรียนสร้างประโยคสั้น ๆ ของนักเรียนเอง แล้วให้บอกว่าคำใดเป็นมโนทัศน์ และคำใดเป็นคำเชื่อม

8. ถ้ามีนักเรียนต่างภาษาในชั้น ก็ให้นักเรียนคนนั้นบอกคำที่เป็นวัตถุหรือเหตุการณ์นั้นเป็นภาษาของเขา แล้วบอกให้นักเรียนทั้งชั้นทราบว่า ภาษาไม่ใช่สิ่งที่ใช้บอกมโนทัศน์แต่เป็นเครื่องช่วยในการเรียนมโนทัศน์

9. ให้คำใหม่ที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคย เช่น dire , terse หรือ canis ซึ่งมีความหมายเฉพาะเจาะจง ครูอธิบายให้นักเรียนเห็นว่าความหมายของมโนทัศน์ไม่แน่นอน อาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อได้เรียนมากขึ้น

10. เลือกตำราเรียนบางหน้าแล้วพิมพ์แจกนักเรียน แล้วให้นักเรียนอ่านข้อความนั้นและบอกมโนทัศน์ที่สำคัญ ซึ่งมักพบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง 10-20 มโนทัศน์ให้ 1 หน้า และให้นักเรียนเลือกคำที่ ใช้เชื่อมมโนทัศน์ และคำที่เป็นมโนทัศน์สำคัญจากเรื่องนั้น

ง. กิจกรรมการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

1.เลือกข้อความจากตำราเรียน หรือสิ่งพิมพ์อื่น ๆ 1-2 ย่อหน้า ให้นักเรียนอ่านแล้วเลือกมโนทัศน์ที่สำคัญ ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่ทำให้เกิดความเข้าใจความหมายของตำราที่อ่าน แล้วนำมโนทัศน์เหล่านี้เขียนบนกระดาน จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายว่ามโนทัศน์ใดสำคัญที่สุด มโนทัศน์ใดมีความหมายกว้างที่สุด

2. เขียนมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างที่สุดไว้ด้านบนสุดแล้วเรียงลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่แคบ ซึ่งนักเรียนอาจจะเรียงลำดับไม่ตรงกัน ทำให้เห็นว่าความหมายจากตำราอาจจะมองได้หลายแบบ

3. ให้นักเรียนเริ่มสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์โดยใช้ชุดของคำที่เรียงลำดับไว้ก่อน และเลือกคำเชื่อมที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ วิธีที่จะช่วยฝึกนักเรียนให้สร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ได้คือเขียนคำเชื่อมและมโนทัศน์ลงในกระดาษแผ่นสี่เหลี่ยม แล้วนำมาทดลองจัดกรอบมโนทัศน์จนกระทั่งได้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ที่เหมาะสม

4. สังเกตว่ามโนทัศน์ใดในแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่สามารถเชื่อมโยงกันได้ระหว่างสายของมโนทัศน์แล้วให้นักเรียนช่วยกันหาคำเชื่อม

5. แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นในครั้งแรก อาจจะวางมโนทัศน์ไว้ไม่เหมาะสม ก็ควรจะสร้างใหม่ และชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าบางครั้งเราต้องสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหม่ 2-3 ครั้งจึงจะได้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ดี

6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์แล้วให้คะแนนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งชี้ให้เห็นจุดที่ควรเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับปรุง

7. ให้นักเรียนเลือกบางส่วนของตำราเรียนหรือหนังสืออื่น ๆ แล้วดำเนินการตามขั้นตอน1-6 ด้วยตนเองหรือเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน

8. เสนอแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยเขียนบนกระดาน หรือเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ แล้วนักเรียนที่เป็นผู้สร้างอ่านแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และอธิบายให้เพื่อนในชั้นฟังจะทำให้เกิดความชัดเจนมากขึ้น

9. ให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่สนใจเช่น งานอดิเรก กีฬา ฯลฯ ซึ่งอาจจะติดฝาผนัง แล้วให้มีการวิจารณ์ระหว่างผู้ที่สนใจ

10. รวบรวมคำถามจากการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์แล้วใส่ไว้ในแบบทดสอบ เพื่อแสดงให้เห็นว่าแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เป็นกระบวนการประเมินผลที่สามารถแสดงถึงความเข้าใจเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ได้

จากตัวอย่างการสอนการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์นั้น จะเห็นได้ว่ามีขั้นตอนการสอนคล้ายคลึงกันกล่าวคือเริ่มต้นจะให้นักเรียนรู้จักมโนทัศน์ซึ่งอาจเป็นวัตถุหรือเหตุการณ์แล้วนำมโนทัศน์มาเรียงลำดับจากมโนทัศน์ที่มีความกว้างมากที่สุดไปหามโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง แล้วจึงหาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เหล่านั้นจนได้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ หลังจากนั้นจะมีการให้คะแนนและวิจารณ์ร่วมกันในชั้น

2.5.5 การให้คะแนนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

การให้คะแนนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ใช้หลักการประเมินผลการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออซูเบล ซึ่งทำให้การให้คะแนนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์มีความตรงตามโครงสร้าง(Construct Validity) (Novak,1984)

2.5.5.1 การให้คะแนนมีขั้นตอนดังนี้

1) นับความสัมพันธ์ทั้งหมดที่สมเหตุสมผล (Valid) และให้คะแนนความสัมพันธ์ละ 1 คะแนน

2) นับจำนวนของการเรียงลำดับชั้น การให้คะแนนลำดับชั้นจะนำเลขใดมาคูณกับลำดับชั้นขึ้นอยู่กับความพอใจของผู้สอนไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน ซึ่งอยู่ระหว่าง 3-10 เท่าของความสัมพันธ์แล้วนำมาคูณกับจำนวนลำดับชั้นที่ผู้เรียนสร้างขึ้น แต่จะมีปัญหา ถ้าลำดับชั้นของมโนทัศน์มีจำนวนไม่สมดุลกันซึ่งจะใช้จำนวนของลำดับชั้นที่มีแขนงสาขามากที่สุดมานับเป็นจำนวนลำดับชั้น และจะไม่ให้คะแนนถ้ามีการจัดลำดับชั้นไม่ชัดเจน

3) การเชื่อมโยงระหว่างสายของมโนทัศน์ที่แสดงความสัมพันธ์อย่างสมเหตุสมผลจะให้ คะแนน 2-10 เท่าของคะแนนที่ให้ในแต่ละระดับชั้น คูณด้วยจำนวนความสัมพันธ์ที่เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสายของมโนทัศน์ การเชื่อมโยงระหว่างสายของมโนทัศน์นี้ อาจจะให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผลซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่นักเรียนเป็นอย่างมากสำหรับการเริ่มสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

4) ให้นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์หรือวัตถุที่อยู่ในแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่านักเรียนเข้าใจถูกต้องและให้คะแนนเช่นเดียวกันกับความสัมพันธ์อื่น ๆ คือ 1 คะแนน หรืออาจจะให้ครึ่งคะแนน เพราะทำได้ง่ายกว่าการหาความสัมพันธ์หรือนักเรียนอาจใช้วิธีท่องจำตัวอย่างมา

2.5.5.2 เกณฑ์ในการให้คะแนนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

1) ประพจน์ (Proposition) ประพจน์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มโนทัศน์ที่เชื่อมกันโดยใช้คำเชื่อม และทำให้ประพจน์สมเหตุสมผลจะได้คะแนน 1 คะแนน

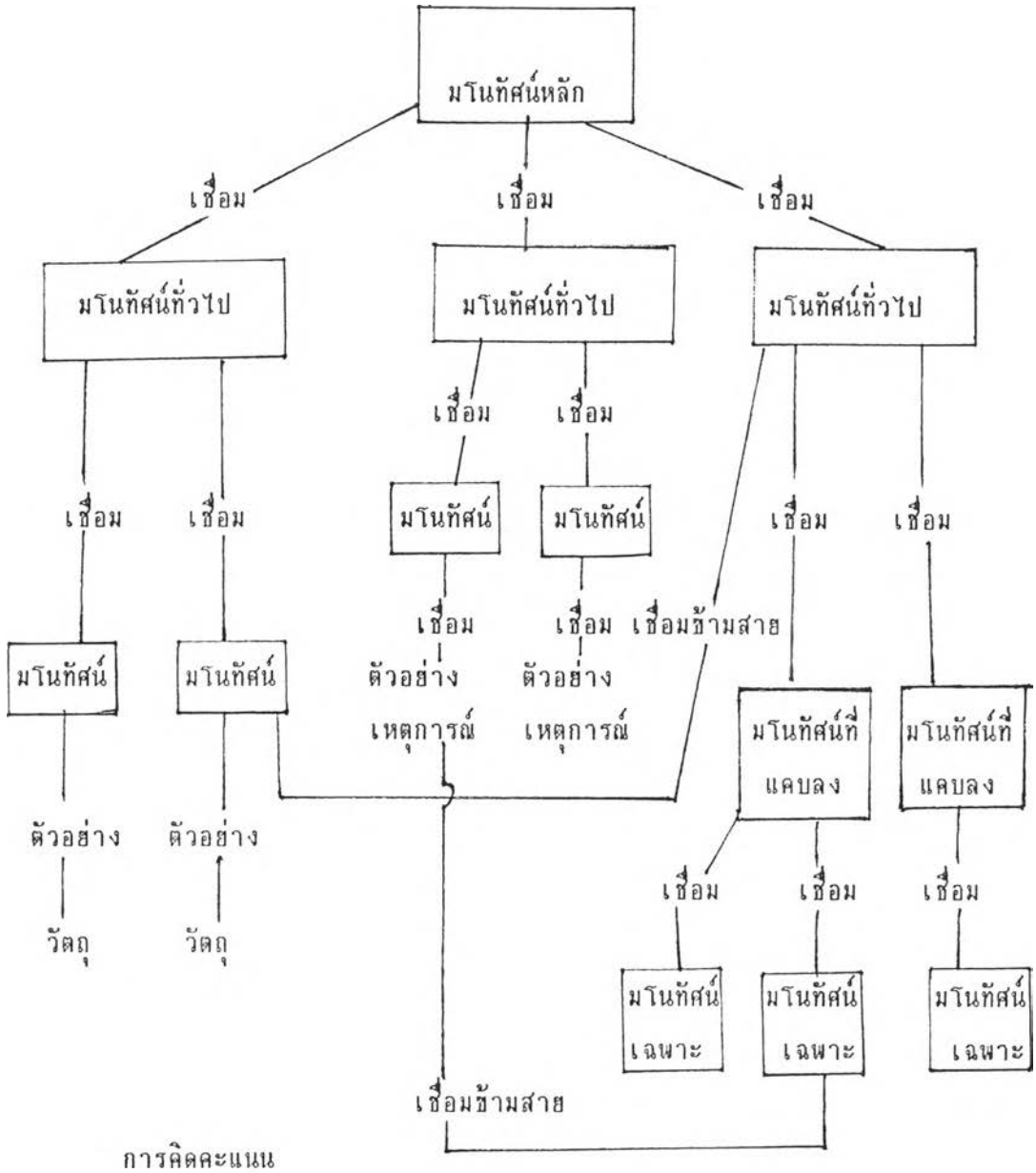
2) การจัดลำดับ (Heirarchy) มโนทัศน์ที่อยู่รองลงมาจะเป็นมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจงและมีความกว้างน้อยกว่ามโนทัศน์ที่อยู่ลำดับแรก จะให้คะแนน 5 คะแนน ของทุกระดับที่จัดลำดับได้สมเหตุสมผล

3) การเชื่อมข้ามสายของมโนทัศน์ (Cross link) การเชื่อมระหว่างชุดของมโนทัศน์ แสดงให้เห็นความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ จึงควรได้รับคะแนนเป็นพิเศษ ถ้าความสัมพันธ์ถูกต้องจะได้ 10 คะแนน

4) ตัวอย่าง (Example) ตัวอย่างของวัตถุหรือเหตุการณ์จะได้คะแนนตัวอย่างละ 1 คะแนน (การเขียนไม่ต้องวงกลมล้อมรอบเพราะไม่ใช่มโนทัศน์)

5) เกณฑ์ในการให้คะแนนอาจสร้างขึ้นใหม่ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่นำมาสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อาจแบ่งคะแนนออกเป็นส่วน ๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน โดยทำเป็นคะแนนร้อยละ นักเรียนบางคนอาจจะทำได้ดีกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทำให้ได้คะแนนมากกว่า 100 % ก็ได้

ตัวอย่างการให้คะแนนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์แสดงไว้ในแผนภาพที่ 38



การคิดคะแนน

ความสัมพันธ์		=	14
ลำดับขั้น	4x5	=	20
เชื่อมข้ามสาย	10x2	=	20
ตัวอย่าง	4x1	=	4
	รวม	58	คะแนน

แผนภาพที่ 38 แสดงการให้คะแนนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ (Novak, 1984)

2.5.6 การนำแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ไปประยุกต์ทางการศึกษา

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงประโยชน์ของการนำแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์มาใช้ในการศึกษา ได้แก่

โนแวคและโกวิน (Novak and Gowin,1984) ได้กล่าวประโยชน์ของถึงแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ใช้ในการศึกษาดังนี้

1.แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะช่วยในการเตรียมการสอนดังนี้

1.1 วิเคราะห์มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องในเนื้อหา

1.2 วิเคราะห์มโนทัศน์ ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่สอน

1.3 ช่วยเลือกข้อความเชื่อมที่เหมาะสม หรือเปลี่ยนแปลงระดับมโนทัศน์ใหม่ตามความเหมาะสม

1.4 แยกข้อแตกต่างระหว่าง วัตถุ เหตุการณ์ และมโนทัศน์ได้ชัดเจน

2. แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ สามารถสร้างให้มีเนื้อหาตลอดทั้งภาคการศึกษา หรือมีเฉพาะเนื้อหาในช่วง2-3 สัปดาห์ เพื่อให้นักเรียนเห็นรายละเอียดมากขึ้น การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ยังช่วยให้ครูและนักเรียนรู้ว่าได้เรียนอะไรไปแล้ว เรียนถึงเรื่องไหน กำลังจะเรียนอะไร โดยครูติดแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ทำขึ้นไว้ในห้องเรียน

3. ช่วยสรุปประเด็นสำคัญจากตำราเรียน ย่อสรุปเนื้อหาและช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้นแบบกว้าง ๆ ก่อนจะอ่านตำรา

การอ่านตำราทุกบททุกหน้าทำให้เสียเวลา แต่ถ้าทำแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ อาจใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที ทำให้ประหยัดเวลาในการอ่าน และการอ่านจากตำราช่วยให้เข้าใจความหมายได้ดีขึ้นเพราะเห็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ และเข้าใจว่ามโนทัศน์ใดเป็นมโนทัศน์ที่ผิดจากความเป็นจริง (misconception)
เพราะการอ่านจากตำราบางครั้ง วลี คำ ทำให้เกิดปัญหาในการอ่านได้ การให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้น เพื่อรายงานผลจากการอ่านงานที่กำหนด จะทำให้นักเรียนทำความเข้าใจในเนื้อเรื่องได้ดี

4. ช่วยสรุปประเด็นสำคัญจากการเรียนภาคปฏิบัติหรือการเรียนภาคสนาม ในการเรียนภาคปฏิบัติ หรือ ภาคสนาม นักเรียนจะเกิดปัญหาในการเรียนที่ว่าจะสังเกตอะไร ปฏิบัติอะไร บันทึกผลอย่างไร และจะได้อะไรจากการปฏิบัติ ทำให้นักเรียนไม่บรรลุวัตถุประสงค์ของการทำกิจกรรมครั้งนั้นๆ การทำแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์มโนทัศน์ที่สำคัญแปลความหมาย และสรุปผลจากการสังเกตได้

5.ช่วยสรุปประเด็นสำคัญจากหนังสือพิมพ์ นิตยสาร และวารสารทางวิชาการ การทำแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะช่วยบันทึกบทความจากหนังสือพิมพ์ นิตยสารหรือจากวารสารทางวิชาการ โดยการอ่านบทความอย่างคร่าวๆ แล้วอ่านบทความนั้นทวนอีกครั้ง เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ที่สำคัญของเรื่องแล้วสร้าง แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์แสดงความสัมพันธ์ตามลำดับก่อนหลังจะช่วยให้สรุปสิ่งสำคัญในบทความได้อย่างแม่นยำและสามารถจัดแนวคิดได้จากบทความไว้ในกรอบและสามารถทบทวนได้

แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาตามบทความนั้นไม่ละเลยมโนทัศน์ที่สำคัญของเรื่อง เพราะบางครั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับสาขานั้นอ่านบทความนั้นอาจมองข้ามจุดที่สำคัญได้

6. ช่วยในการวางแผนในการเขียนบทความ บทบรรยาย และเขียนตำรา การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ให้สมบูรณ์ก่อนที่จะเริ่มต้นเขียนบทความ ตำรา จะเป็นการเตรียมตัวอย่างคร่าวๆของผู้เขียนช่วยให้ผู้เขียนสามารถรวบรวมความคิดออกมาเป็นโครงสร้างของการเขียนได้ช่วยวางกรอบของความคิดเมื่อลงมือเขียนบทความ เขียนตำรา ทำให้มีแนวทางในการเรียนสามารถปรับปรุงเพิ่มเติมแก้ไขในขณะที่เขียนได้

7. การจัดนิทรรศการ การเตรียมโปสเตอร์ ยังสามารถนำวิธีการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์มาใช้ในการจัดแสดงได้ โดยการติดริบบิ้นเชื่อมโยงแผ่นมโนทัศน์เข้าด้วยกันเพื่อแสดงความสำคัญของการจัดลำดับความสัมพันธ์

อัลท์ (Ault,1982) กล่าวถึงประโยชน์ของแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ไว้ดังนี้ คือ

1) ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในการเตรียมสอน ซึ่งจะช่วยบูรณาการเนื้อหาวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

2) ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในการวางแผนประเมินหลักสูตร

3) ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เป็นแนวทางในการกำหนดประเด็นที่จะอภิปรายจะทำให้ครอบคลุมประเด็นทั้งหมด

4) ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เป็นแนวทางในการทำปฏิบัติการทดลองจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและปฏิบัติการทดลองได้ตามวัตถุประสงค์

5) ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในการจับใจความสำคัญจากตำราเรียนจะทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น

6) ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในการตอบข้อสอบแทนการเขียนตอบ

มาโลน และ เดกเกอร์ (Malone and Dekker อ้างถึงใน ศักดิ์สิน สมอุ่มจารย์,2529) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ที่ช่วยในการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1.ช่วยผสมผสานความรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว ทำให้ผู้เรียนจำได้ง่ายและมีความคงทนในการจำ

2.ช่วยให้เกิดแรงจูงใจและท้าทายเมื่อนำมาใช้ตอนเริ่มต้นเรียนเรื่องใหม่ และทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ว่าเรื่องใหม่ ประกอบด้วยความรู้อะไรบ้าง

3.ช่วยแสดงโครงสร้างของเรื่องที่เรียนว่ามีความซับซ้อนและแสดงความสัมพันธ์กับมโนทัศน์อื่นๆอีกมากมาย

โดยสรุป ประโยชน์ของการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์มีดังนี้คือ

1. ใช้เป็นเครื่องมือในการเตรียมการสอนของครูโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่มีมาก่อน และนำไปวางแผนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนและใช้ในการจัดลำดับเนื้อหาที่จะสอน

2. ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนเป็นแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ หรือตอบข้อสอบโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพื่อแสดงความเข้าใจในการเขียนตอบ

3. ใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สำหรับนักเรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในการสรุปความหมายจากสิ่งที่เรียน จะทำให้นักเรียนจดจำไปได้นานและมีความคงทน เพราะจะทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนไปทั้งหมด

2.5.7 การใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะช่วยวิเคราะห์มโนทัศน์ที่สำคัญในกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ครอบคลุมมโนทัศน์ทั้งหมด แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สามารถนำมาใช้ได้ทั้งในระดับโปรแกรมการศึกษาทั้งโปรแกรมหรือทำในระดับแต่ละบทเรียนมโนทัศน์ที่กว้างเหมาะสำหรับใช้เป็นฐานในการวางแผนการสอนส่วนมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง ใช้เป็นแนวทางสำหรับเลือกวัสดุการสอน กิจกรรมการสอน แผนการสอนที่ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะช่วยประหยัดเวลาในการสอนสามารถเตรียมอุปกรณ์การสอนได้ การใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ช่วยในการสอนแต่ละหน่วย จะทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาเห็นรายละเอียดของเนื้อหาที่สอนได้ชัดเจนและยังเห็นความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละหน่วยการสอนด้วย (Novak and Gowin,1984)

อัลท์ (Ault,1982) ได้เสนอแนะการนำแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์มาใช้ในกิจกรรมการสอนได้หลายวิธีได้แก่

1.ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ร่วมกับการสอนบรรยายและแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์รวบรวมความรู้ในการ
บรรยายหลาย ๆ ครั้ง

2.ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในการอภิปรายแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะช่วยในการแสดงลำดับของการอภิปรายได้เพื่ออำนวยความสะดวกในการอภิปราย

3.ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์รายงานผลในการปฏิบัติการได้ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์เข้ากับวิธีการปฏิบัติ

นอกจากนี้ อัลท์ ยังกล่าวว่า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สามารถใช้สรุปผลการเรียนและการปฏิบัติการทดลองและยังใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในการวิเคราะห์ความรู้พื้นฐาน ก่อนที่จะเรียนหรือเริ่มทำปฏิบัติการทดลอง ส่วน แมค ฮาร์ก (Mac Harg, 1991) ได้เสนอว่า ควรใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เป็นสิ่งช่วยจัดโครงสร้างความคิดล่วงหน้าในตอนเริ่มบทเรียนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และการเชื่อมโยงกันระหว่างมโนทัศน์ที่จะสอน เพื่อให้นักเรียนมีโครงสร้างของความรู้อยู่บ้างก่อนที่จะเรียนเรื่องเหล่านั้นและเขายังทำการวิจัยทดลองใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เป็นสิ่งช่วยจัดโครงสร้างความคิดล่วงหน้าในวิชาวิทยาศาสตร์ กับ นักเรียนเกรด 8 ปรากฏว่าสามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (Mac Harg, 1991)

2.5.8 การสอนวิธีการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

ก่อนที่นักเรียนจะทำการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ได้ ครูต้องแนะนำวิธีการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์
ให้แก่นักเรียนเพื่อที่จะสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง การสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ขั้นอยู่กับสถานการณ์ในห้องเรียน ระดับชั้นของนักเรียน และความยากง่ายของเนื้อหา โนแวค (Novak,1980)ได้เสนอวิธีการสอนโดยให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ดังนี้

1.ครูสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ก่อนที่จะทำการสอนและนำมาเป็นตัวอย่างให้นักเรียนศึกษาควบคู่กับการทำความเข้าใจเนื้อหาที่จะสอน

2.เลือกเนื้อหาที่จะให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ซึ่งควรประกอบด้วยมโนทัศน์ที่นักเรียนเข้าใจได้ง่ายก่อน

3. สอนให้นักเรียนทำการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่สำคัญในบทเรียนนั้นแล้วให้นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์ในบทเรียนนั้นตามความสำคัญของมโนทัศน์ตามเนื้อหาที่ได้รับ

4. ในบางครั้งครูและนักเรียนร่วมกันสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์บนกระดานดำหรือบนเครื่องฉายข้ามศีรษะ (overhead projecter)

5. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม แล้วร่วมกันสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

6. เมื่อนักเรียนมีความชำนาญในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์แล้ว ครูเริ่มตรวจแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และข้อความเชื่อมที่นำมาใช้ในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ได้จากนักเรียนอาจมีความแตกต่างกันกันเพราะในการวิเคราะห์มโนทัศน์ออกมาของแต่ละคนไม่เหมือนกัน จึงทำให้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นจึงแตกต่างกันได้

2.5.9 การใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในการประเมินผล

ในการเรียนการสอนครูสามารถประเมินผลของกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ในการประเมินผลการเรียนได้ ดังเช่น

โนแวค โกวิน และ โจฮันเสน (Novak Gowin and Johansen,1983) ได้กำหนดคะแนนที่จะให้การทำแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ โดยให้ 1 คะแนน สำหรับความสัมพันธ์ที่ถูกต้องให้ 5 คะแนน สำหรับการแสดงแต่ละลำดับชั้นและ 5 หรือ 10 คะแนน สำหรับความสัมพันธ์ตามแนวขวาง (Cross Link)

โนแวค และ โกวิน (Novak and Gowin,1984) ได้เสนอวิธีการให้คะแนนของการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ดังนี้

1. ให้คะแนนทุกความสัมพันธ์ที่ถูกต้อง

2. นับลำดับขั้นที่ถูกต้องของแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และให้คะแนนในแต่ละลำดับ โดยกำหนดค่าคะแนนของลำดับขั้น

3. ให้คะแนนที่แสดงความสัมพันธ์ตามขวางของมโนทัศน์มากกว่าที่กำหนด 2-3 เท่า

4. กำหนดคะแนนของมโนทัศน์ที่เป็นตัวอย่างตามสัดส่วนและ ควรให้มีค่าคะแนนน้อยลง

โนแวค และ โกวิน (Novak and Gowin,1984) เชื่อว่ามาตราการให้คะแนนดังกล่าวสามารถนำไปประเมินการเรียนรู้ได้ และมีประสิทธิภาพเท่า ๆ กับการประเมินแบบอื่น ๆ

นอกจากนี้การใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ยังช่วยประเมินความรู้เดิมของนักเรียน ก่อนขั้นบทเรียนใหม่โดยครูเลือกมโนทัศน์ 10-15 มโนทัศน์ จากบทเรียนที่จะสอนแล้วให้นักเรียนเขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เป็นลำดับขั้น โดยใช้มโนทัศน์เหล่านั้น นักเรียนจะสร้างมโนทัศน์ตามที่เข้าใจ ซึ่งอาจจะไม่ถูกต้อง ผิดความหมายของบทเรียนที่ครูต้องการสอน ในกรณีนี้ครูสามารถแก้ความเข้าใจเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ผิดไปจากความเป็นจริง (Misconception) และอธิบายมโนทัศน์นั้นขณะทำการสอน

อาร์นอดิน และ คณะ (Arnaudin and others,1984) ได้ประเมินการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์มีข้อสรุปดังนี้

1. แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย แสดงความรู้ที่ได้อย่างแท้จริง ไม่ใช่การเรียนรู้อย่างท่องจำ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะช่วยให้นักเรียนสามารถแยกความแตกต่างระหว่างความเคยชินของนักเรียนกับความเข้าใจที่แท้จริงต่อมโนทัศน์ที่ศึกษาอย่างแท้จริง

2.แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายง่ายขึ้น

3.แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เป็นวิธีการศึกษาที่มีประสิทธิภาพพบได้จากนักเรียนที่ใช้วิธีการเรียนรู้โดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะได้รับคะแนนในสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

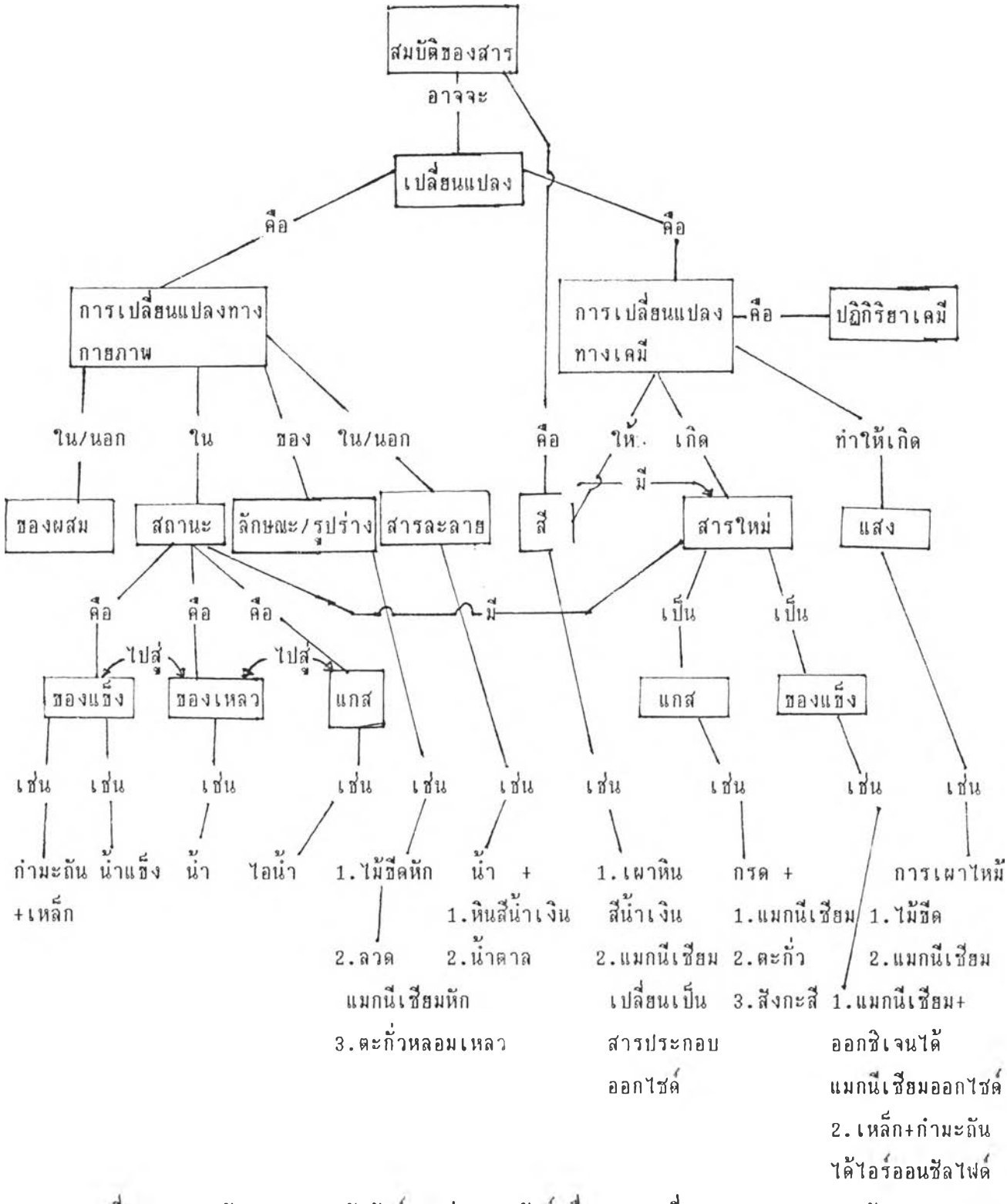
4.แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลสามารถเปรียบเทียบแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ก่อนและหลังเรียน เพื่อแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในการเรียนรู้ของนักเรียน

5.แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใช้เป็นเครื่องมือในการเตรียมแผนการสอนช่วยในการพิจารณาหัวข้อในการสอน ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในการสอน และใช้ทบทวนเนื้อหาก่อนที่จะเรียนและการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในระหว่างที่ครูบรรยาย

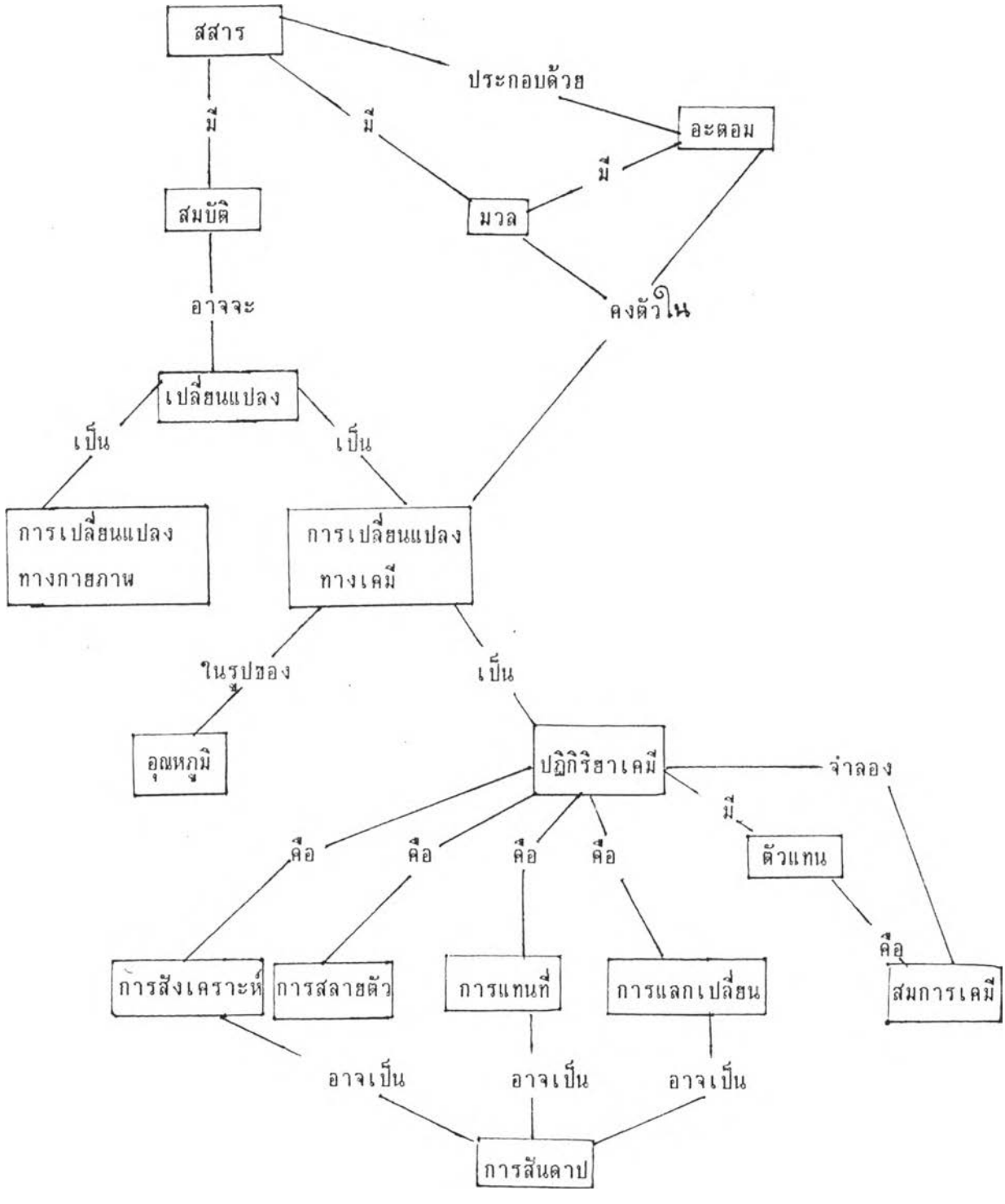
สำหรับวิธีการประเมินผลโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ก็มีปัญหาอยู่บ้างได้แก่ ต้องใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เป็นเวลานานจึงจะได้ผล ความชอบหรือไม่ชอบและความคุ้นเคยกับวิธีการสอนและทดสอบโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

จากที่กล่าวมาทั้งหมด พอสรุปได้ว่าแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สามารถนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้โดยเริ่มตั้งแต่ การเตรียมการสอน ใช้ในกิจกรรมการสอนขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป และยังใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ได้อีกด้วย

ตัวอย่างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีดังต่อไปนี้



แผนภาพที่ 39 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Novak, 1991)



แผนภาพที่ 40 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Novak, 1991)

2.5.9 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนการการสอนที่ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

แพนกราเตียส (Pankratius, 1988) ได้วิจัยเรื่องการสร้างวิธีรวบรวมความรู้พื้นฐานโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ แล้วดูผลจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษา งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ในวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้วิจัยได้ศึกษาระดับของการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ที่มีผลต่อการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วทดลองสอนในวิชาฟิสิกส์ จำนวน 6 ห้องเรียน โดยเป็นกลุ่มควบคุม 2 ห้อง ซึ่งได้รับการสอนตามปกติ ส่วนอีก 4 ห้องได้รับการสอนวิธีการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เป็นเวลา 6 สัปดาห์ก่อนที่จะเรียนตามปกติโดยที่ 2ห้องจะเป็นกลุ่มที่ได้รับการสอนให้สร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ในระดับต่ำและต้องเสนอแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนอีกและอีก 2 ห้องจะได้รับการสอนให้สร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในระดับสูงและต้องเสนอแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เมื่อเริ่มเรียนและเรียนเสร็จสิ้น นอกจากนี้ 1 ห้องจาก 2 ห้องเรียนที่ได้รับการสอนแตกต่างกันทั้ง 3 วิธีจะได้รับการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) การวิเคราะห์ผลการวิจัยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแฟคตอเรียล (Factorial analysis) ในการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (One way Analysis of Covariance) เพื่อเปรียบเทียบมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนทดสอบหลังเรียนจากสอนทั้ง 3 วิธี โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์ (Scholastic Achievment Test Math)เป็นตัวแปรร่วม จากการวิจัยพบว่าคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไม่มีความสัมพันธ์กันและจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพบว่าคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนของวิธีสอนทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05 และหลังจากเปรียบเทียบมัชฌิมเลขคณิตระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เฟลด์ไซน์ (Feldsine,1988) ได้วิจัยเรื่องการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไปโดยใช้วิธีวิจัยแบบกรณีศึกษากลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 4 คน จากวิทยาลัยบรูม (Broome) ในรัฐนิวยอร์ค การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการนำแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ไปใช้เพื่อพัฒนาการเชื่อมความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เรียนการวิจัยเริ่มโดยการให้แนวทางในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์แก่นักเรียนแล้วจึงให้นักเรียนสร้างแผนผังแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จากบทเรียน โดยเพิ่มความซับซ้อนขึ้นจนกระทั่งให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ด้วยตนเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยพิจารณาจากแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ที่นักเรียนสร้างขึ้นจากการสัมภาษณ์นักเรียนและจากคะแนนผลการสอบของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนสามารถสร้าง

แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ได้ดีและแสดงความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเป็นการยืนยันว่าแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ สามารถนำมาใช้ในวิชาเคมีได้และจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจบทเรียนและทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ ยังสามารถใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เป็นเครื่องมือประเมินผลได้เป็นอย่างดี

เลห์แมน คาร์เตอร์ และคาห์เลห์ (Lehman, Carter and Kahle, 1985)ได้วิจัยเรื่องผลของการทดลองใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และ แผนผังรูปตัววี ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนผิวดำระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบสรุปย่อหลังจากบทเรียนและกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ 50 คน ในรัฐอินเดียนาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าคะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

โนแวค โกวิน และโจแฮนเสน (Novak , Gowin and Johansan, 1983)ได้วิจัยเรื่องเรื่องการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี ในนักเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาโดยศึกษาสามารถในการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 ครูที่สอนเป็นครูที่สอนในเกรด 7 จำนวน 5 คน และสอนเกรด 8 จำนวน 4 คน การวิจัยพบว่านักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 สามารถใช้ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และ แผนผังรูปตัววี ในการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ โดยที่นักเรียนเกรด 7 สามารถใช้ได้ดีกว่าเกรด 8 แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาวิชาและระยะเวลาที่ทดลองด้วย

โบโดลุส (Bodolus, 1987) ได้วิจัยเรื่องการใช้ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์แ เพื่อช่วยในการเรียนรู้อย่างมีความหมายสำหรับนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ การวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่างแรกเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 429 คน แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ กลุ่มที่ 2ได้รับการสอนตามปกติ(traditional group)กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งไม่ได้รับการสอนตามปกติและไม่ใช้ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ นักเรียนทุกคนได้รับการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งด้านความรู้ด้านเจตคติ ผลปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และกลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติได้คะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติเพียงเล็กน้อยและพบว่าเพศชายมีความสามารถในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สูงกว่าเพศหญิง แต่เพศหญิงมีการปรับปรุงเจตคติด้านวิทยาศาสตร์มากขึ้นกว่าเพศชาย

จากงานวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวไว้ข้างต้น สามารถนำมาสรุปผลการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์มาใช้สอนในหลายระดับ ซึ่งผลการวิจัยนำมาสรุปได้ดังนี้คือ

1. การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์น เป็นเทคนิคการสอนที่สามารถนำมาใช้สอนได้ในวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากขึ้น

2. แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เป็นเครื่องมือที่มีใช้ในการประเมินผลได้ดี

3. นักเรียนที่ได้รับการฝึกให้สร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ขึ้นได้ด้วยตนเองจะทำให้สามารถจำความรู้นั้นได้อย่างมีความหมายทั้งระยะสั้นและระยะยาว

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ได้คะแนนจากการทดสอบสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ

5. นักเรียนเพศชายมีความสามารถในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สูงกว่า เพศหญิง

สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยเกี่ยวกับการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในการเรียนการสอนนั้นมีดังนี้

พิทักษ์ เจริญวานิช(2531) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุนีย์ สอนตระกูล (2534) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบจัดแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์(Concept Mapping)สำหรับวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5, และ 6 ที่ได้เรียนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนของการเรียนรู้มากกว่ากลุ่มควบคุม

2.6 แนวคิดเกี่ยวกับแผนผังรูปตัววี (Vee Diagram)

2.6.1 ความเป็นมาของแผนผังรูปตัววี

โกวินซึ่งเป็นลูกศิษย์ของโนแวคได้ใช้แนวคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออซูเบลมาพัฒนายุทธศาสตร์การเรียนการสอนที่เรียกว่า แผนผังรูปตัววี เป็นเครื่องมือที่ใช้ช่วยแก้ปัญหาหรือช่วยให้เข้าใจในวิธีการแก้ปัญหา โดยช่วยให้นักเรียนเข้าใจโครงสร้างของความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อันจะช่วยให้ครูและนักเรียนให้เข้าใจถึงจุดประสงค์ของการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง โกวิน(Gowin) ได้เสนอครั้งแรกเมื่อประมาณ 20 ปีมาแล้ว ซึ่งแผนผังรูปตัววีถูกนำมาใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1977 ซึ่งเป็นที่ยอมรับของครูและนักเรียนระดับวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยเป็นอย่างมาก ในปี ค.ศ. 1978 แผนผังรูปตัววีได้ถูกนำมาใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ จนกระทั่งถูกนำมาใช้แพร่หลายทั้งในระดับมัธยมศึกษาและวิทยาลัย โกวินเริ่มพัฒนาแผนผังรูปตัววีจากการใช้คำถาม 5 คำถามของเขา (Gowin's original five questions) มีดังนี้

1. อะไรคือสิ่งที่ต้องศึกษา (What is the telling question ?)
2. อะไรคือ มโนทัศน์หลัก (What are the key concepts ?)
3. วิธีการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ มีอะไรบ้าง [What methods of inquiry(procedural commitments) are used ?]
4. ข้อความรู้สำคัญที่ได้มีอะไรบ้าง (What are the major knowledge claims ?)
5. คุณค่าของความรู้คืออะไร (What are the value claims ?)

2.6.2 ความหมายของแผนผังรูปตัววี

โนแวค (Novak,1980) ได้ให้ความหมายของแผนผังรูปตัววี ว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาธรรมชาติของความรู้ และผลผลิตของความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์

เลห์มาน คาร์เตอร์ และ คาเล (Lehman,Carter and Kahle,1980) กล่าวถึงความหมายของแผนผังรูปตัววี ตามแนวความคิดของ โนแวค ไว้ว่า แผนผังรูปตัววี เป็นแบบที่ชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะวิธีการของกิจกรรมซึ่งทำให้เกิดรูปแบบของความคิด

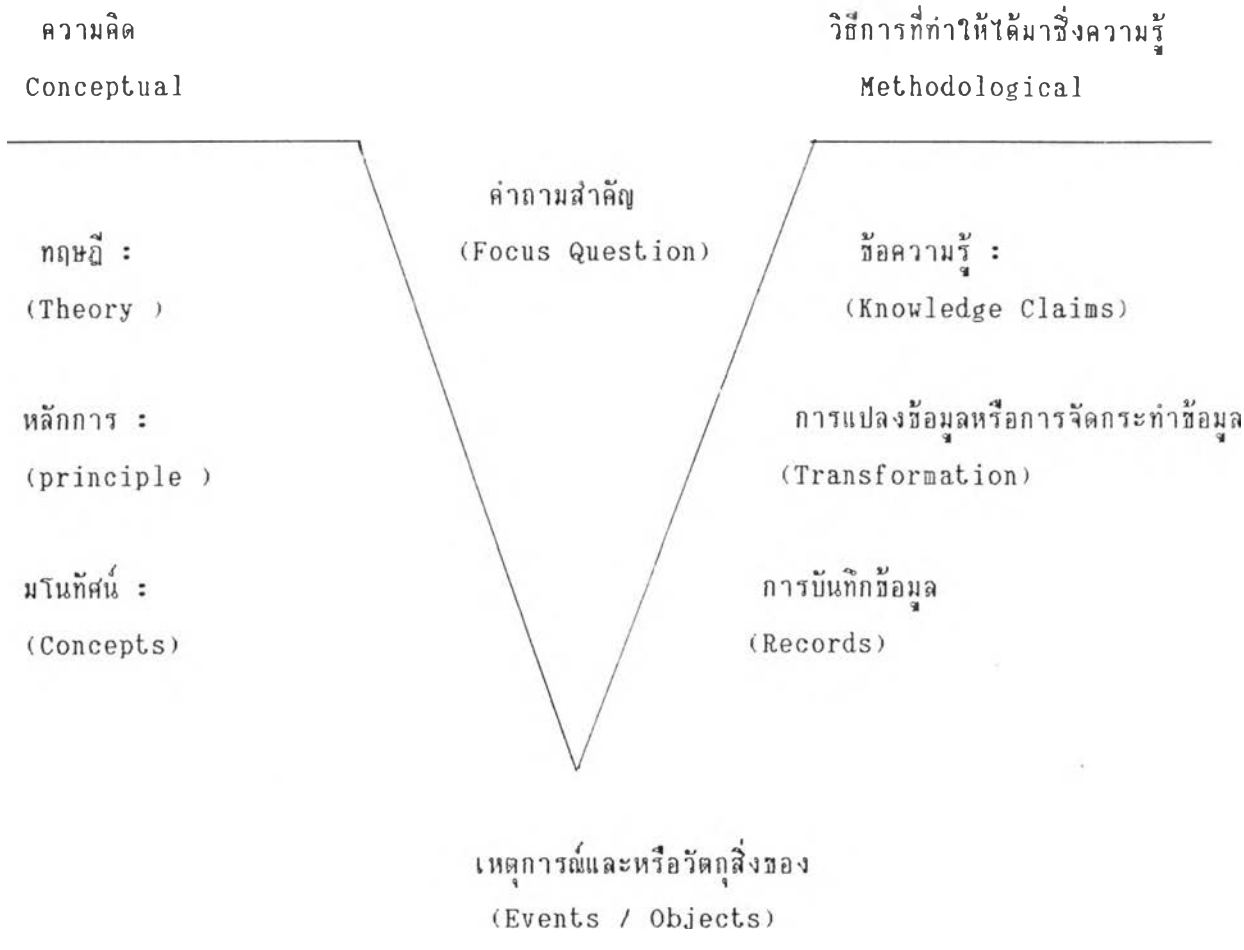
เกอร์เลย์ (Gurley,1982) กล่าวว่า แผนผังรูปตัววี เป็นแบบแผนที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้แสดงความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับวิธีการ ความคิดกับการสังเกตและวิธีการเชื่อมโยงความเข้าใจระหว่างกิจกรรมการทดลองกับเนื้อหาในตำราเรียน

โนแวค และ โกวิน (Novak and Gowin 1984) ให้ความหมายของ แผนผังรูปตัววีว่าเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงโครงสร้างของความรู้และกระบวนการที่สร้างความรู้มากยิ่งขึ้น

จากความหมายของ แผนผังรูปตัววี ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า แผนผังรูปตัววีเป็นแบบแผนที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการและกระบวนการทางความคิด ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงวิธีการศึกษาถึงธรรมชาติของความรู้ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการแสวงหาความรู้และผลิตผลของความรู้

2.6.3 โครงสร้างของแผนผังรูปตัววี

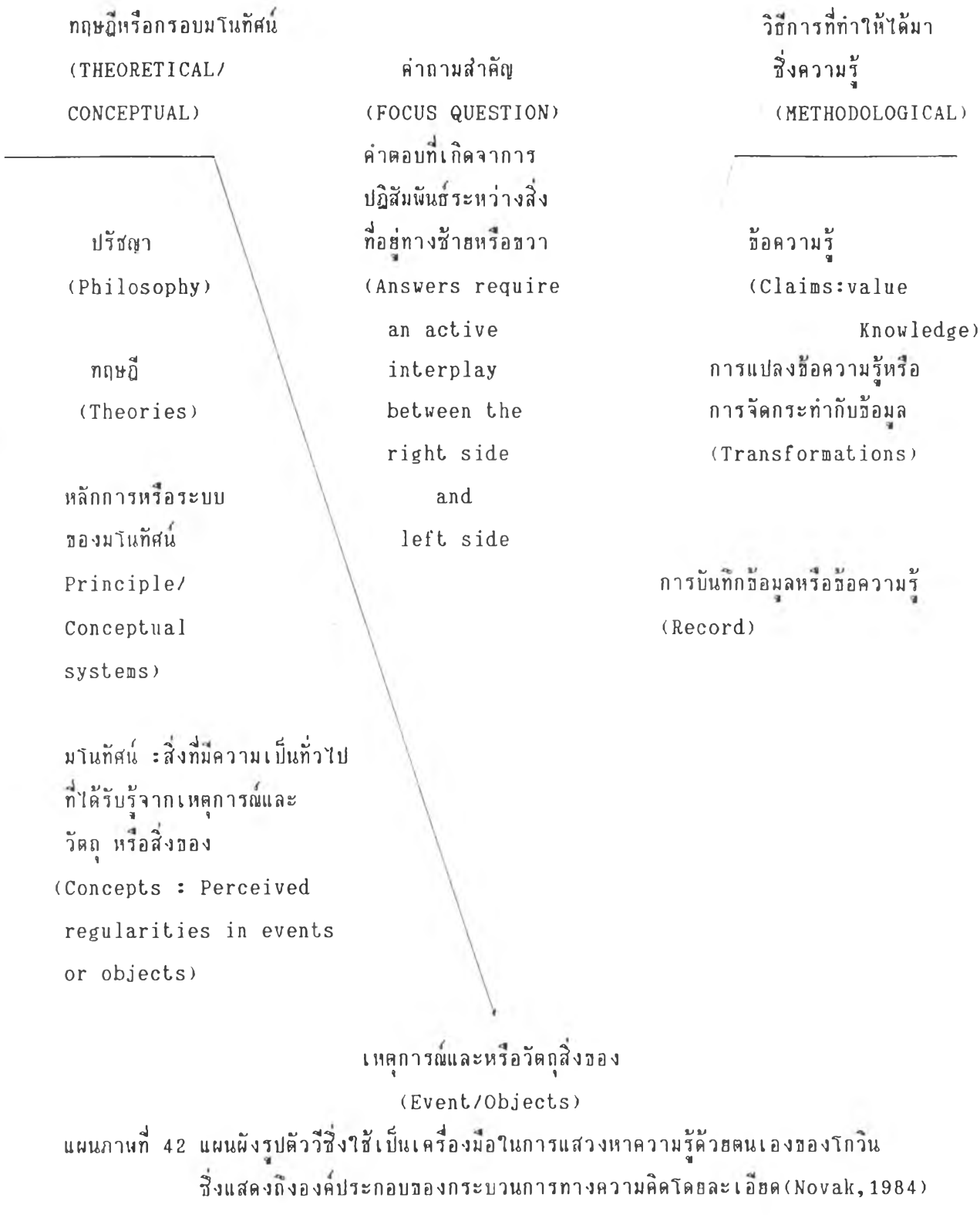
โนแวค (Novak 1980) กล่าวถึงโครงสร้างอย่างย่อของแผนผังรูปตัววี ซึ่งมีลักษณะดังนี้



แผนภาพที่ 41 ลักษณะโครงสร้างของแผนผังรูปตัววี ของโกวิน (Novak and Gowin,1980)

จากภาพตรงกลางของ แผนผังรูปตัววี คือคำถามสำคัญ (Focus Question) ซึ่งจะนำไปสู่การศึกษาเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของ (Event/Objects) ที่อยู่ตอนปลายของแผนผังรูปตัววี สำหรับด้านข้างสองข้างของ แผนผังรูปตัววี ด้านซ้ายมือประกอบด้วย กระบวนการทางความคิด (Thinking) มีองค์ประกอบย่อยคือมโนทัศน์ (Concepts) หลักการ (Principles) และทฤษฎี (Theory) ด้านขวามือเป็นด้านที่แสดงถึงกระบวนการของวิธีการ (Methodology) หรือด้านการกระทำ (Doing) มีองค์ประกอบย่อยคือ การบันทึกข้อมูล (Records) การจัดกระทำข้อมูล (Transformation)และข้อความรู้ (Knowledge Claims) องค์ประกอบทั้ง 9 ส่วนของแผนผังรูปตัววี จะมีความสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน โดยเริ่มต้นที่คำถามสำคัญซึ่งจะนำไปสู่การสังเกตเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของ แล้วทำการบันทึกข้อมูล และจัดกระทำข้อมูลเพื่อให้การแปลความหมายและการอ่านข้อมูลง่ายขึ้น หลังจากนั้นผู้เรียนจะได้ข้อความรู้ขึ้นมาจากด้านวิธีการจะนำไปสู่ด้านความคิด โดยผู้เรียนจะเกิดมโนทัศน์ในเรื่องที่ศึกษาและเกิดหลักการซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ หลาย ๆ มโนทัศน์

สำหรับองค์ประกอบของแผนผังรูปตัววีโดยละเอียดสามารถแสดงได้ดังแผนภาพที่ 42



แผนภาพที่ 42 แผนผังรูปตัววีซึ่งใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของโกวิน ซึ่งแสดงถึงองค์ประกอบของกระบวนการทางความคิดโดยละเอียด(Novak,1984)

รายละเอียดขององค์ประกอบของ แผนผังรูปตัววี โนแวค(Novak,1980) ได้อธิบายไว้ดังนี้

คำถามสำคัญ(Focus Question) การตั้งคำถามสำคัญนั้นจะต้องคำนึงถึงมโนทัศน์หรือหลักการเดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสืบเสาะให้ได้ความรู้ความรู้ใหม่ คำถามนำที่ดีนั้นจะต้องบ่งชี้ให้ทราบถึงวิธีการที่จะศึกษาเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของ ลักษณะของการบันทึกข้อมูล นอกจากนี้คำถามสำคัญจะต้องบอกให้ทราบถึงความแตกต่างของความรู้ที่ได้มา กล่าวโดยสรุปแล้วลักษณะคำถามสำคัญที่ดีจะต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

1) เป็นตัวกำหนดหรือชี้แนะมโนทัศน์ หลักการ ทฤษฎี และเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของที่จะใช้ในกระบวนการสืบเสาะเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่

2) ชนิดของคำถามนำที่แตกต่างกันได้แก่ คำถามนำที่ใช้คำว่าอะไร(What) อย่างไร(How) หรือทำไม (Why) จะทำให้เกิดข้อความรู้ที่แตกต่างกัน

วัตถุสิ่งของ(Objects) วัตถุสิ่งของเป็นสิ่งที่เราต้องการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดตามมา วัตถุสิ่งของจะแตกต่างจากมโนทัศน์ คือวัตถุสิ่งของเป็นสิ่งที่ต้องการจะตรวจสอบ

เหตุการณ์(Events) คือสิ่งที่ต้องการศึกษาในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เหตุการณ์นี้จะเป็นเหตุการณ์ที่สามารถทำให้เกิดขึ้นได้เป็นสิ่งที่ผู้เรียนจะต้องทำการบันทึก ซึ่งเหตุการณ์ที่ทำการศึกษานี้จะต้องสามารถตรวจสอบได้ในครั้งต่อๆไป

มโนทัศน์ (Concepts) หมายถึงความคิดความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันอาจจะเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลายๆแบบแล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปในการเรียนรู้ข้อเท็จจริง การสรุปรวม(Generalization)หรือหลักการเกี่ยวกับเรื่องนั้นมาก่อน และยังจะต้องสามารถระลึกได้ว่าสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมีลักษณะเฉพาะอะไรบ้าง คือสามารถแยกแยะลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่นได้อย่างชัดเจน

องค์ประกอบด้านมโนทัศน์ ประกอบด้วย มโนทัศน์ที่ผู้เรียนรู้มาก่อนและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาหรือเรื่องที่กำลังจะเรียนรู้และมโนทัศน์ใหม่ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากเนื้อหาดังกล่าว

หลักการ(Principles) เป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ใช้เป็นความรู้หลักทั่วไป หลักการจะต้องเป็นความจริงที่อ้างอิงได้ สามารถนำมาทดลองซ้ำโดยได้ผลเหมือนเดิม หลักการ ประกอบด้วย หลักการในด้านวิธีการซึ่งจะเป็นสิ่งที่แนะถึงแนวทางที่จะทำการสืบเสาะ และหลักการที่เกิดจากข้อความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

ทฤษฎี(Theory) คือข้อความที่มนุษย์สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการอธิบายหรือคาดคะเนปฏิสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เหตุการณ์ และข้อความรู้ ทฤษฎีใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ แต่ไม่สามารถอธิบายถึงตัวทฤษฎีเองได้ ทฤษฎีประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างหลักการและมโนทัศน์ของทฤษฎีนั้น

การบันทึกข้อมูล(Records) เป็นการบันทึกเกี่ยวกับเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของที่ได้รับรู้ของประสาทสัมผัส การบันทึกอาจอยู่ในรูปแบบของการเขียนเป็นหลักฐาน การถ่ายภาพหรือเทปบันทึก

การจัดกระทำข้อมูล(Transformations) เป็นการนำผลที่ได้จากการบันทึกข้อมูลมาจัดกระทำใหม่ เพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น ลักษณะของการจัดกระทำข้อมูลจะบ่งบอกประเภทของข้อความรู้ที่ได้ การจัดกระทำข้อมูลแตกต่างจากการบันทึกข้อมูลในลักษณะที่ว่า การบันทึกข้อมูลนั้นได้มาจากการรับรู้ของประสาทสัมผัส แต่การจัดกระทำข้อมูลนั้นต้องอาศัยการจัดการเกี่ยวกับข้อมูลที่รับรู้หลาย ๆ อย่างที่เหมาะสมเช่น การคำนวณเป็นต้น

การจัดกระทำข้อมูลอาจกระทำได้หลายๆรูปแบบ เช่น กราฟ แผนภูมิ การใช้ค่าสถิติ และการเปรียบเทียบข้อมูลในตาราง เป็นต้น

ข้อความรู้ที่ได้(Knowledge Claims) เป็นข้อความรู้ที่เกิดที่เกิดจากกระบวนการสืบเสาะ ซึ่งกระบวนการสืบเสาะนี้จะต้องอาศัยส่วนประกอบต่างๆ คือ การตั้งคำถามนำ มโนทัศน์ หลักการ เหตุการณ์ และหรือวัตถุสิ่งของ การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูล ซึ่งจะทำให้ได้มาซึ่งความรู้ดังกล่าว

ลักษณะสำคัญของข้อความรู้มี 2 ประเภท คือ

1) เป็นการตอบคำถามที่ถามไว้ก่อนดำเนินการทดลอง ซึ่งก็คือข้อความรู้ที่ได้นั่นเอง

2) เป็นเครื่องชี้แนะคำถามใหม่ สำหรับการเริ่มต้นกระบวนการสืบเสาะใหม่ต่อไป

การปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน เรามักจะพบว่านักเรียนทำการบันทึกข้อมูลจากเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของ หรือจัดกระทำข้อมูลในรูปของกราฟ ตาราง และ แผนภูมิ ตลอดจน ข้อสรุปหรือข้อความรู้ที่ได้ โดยที่นักเรียนไม่สามารถทราบเลยว่าทำไมจึงต้องทำเช่นนั้น มีนักเรียนจำนวนเพียงเล็กน้อยที่จะเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ หลักการ หรือทฤษฎีกับเหตุการณ์หรือวัตถุสิ่งของที่ทำการสังเกต เข้าใจถึงเหตุผลของการบันทึกข้อมูล หรือสาเหตุของการสรุปผลการทดลองที่ผิดพลาดไปจากข้อมูลเมื่อพิจารณาตำราเรียนหรือหนังสืออ้างอิงต่าง ๆ กล่าวโดยสรุปแล้ว นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงวิธีการแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่นักเรียนกระทำอยู่เข้ากับความคิดหรือความรู้ที่ได้ตามหลักการของนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนไม่สามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิดกับด้านวิธีการหรือการกระทำ เป็นผลให้การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ล้มเหลวหรือไม่มีความหมาย

ประโยชน์ของการกำหนดรูปร่างของ แผนผังรูปตัววี เป็นรูปตัววี มีดังนี้

1) ตำแหน่งปลายของแผนผังรูปตัววี คือเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของชี้ให้เห็นรากฐานของความรู้ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนตระหนักได้ว่าความรู้ที่ได้นั้น มาจากเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับโดยตรง

2) รูปร่างของแผนผังรูปตัววีช่วยให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิม และมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

3) คุณค่าของรูปร่างของแผนผังรูปตัววีในด้านอื่นๆ คือ แผนผังรูปตัววีจะช่วยให้ผู้เรียนบันทึกข้อมูลได้อย่างถูกต้องและมีความหมาย ทั้งนี้เพราะแผนผังรูปตัววีจะชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์หลักกับวัตถุสิ่งของและหรือเหตุการณ์ที่ทำการศึกษา

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า แผนผังรูปตัววีมีความสำคัญต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คือ

1. เป็นเครื่องมือสำคัญในการวิเคราะห์กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
2. เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ ๆ

2.6.4 การใช้แผนผังรูปตัววีกับการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

แผนผังรูปตัววีเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ได้และวิธีการที่ทำให้เกิดความรู้ รวมทั้งเข้าใจความหมายของการปฏิบัติการ โดยการใช้คำถามสำคัญนำซึ่งเป็นการช่วยสิ่งที่จะกระตุ้นความคิดของนักเรียนให้แสดงออกมาได้เป็นอย่างดีโดย

แผนผังรูปตัววีช่วยให้ผู้เรียน
เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้ ซึ่งเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงกระบวนการที่ทำให้เกิดความรู้ในตัวมนุษย์ด้วย

การฝึกฝนสร้างแผนผังรูปตัววี จะเป็นการปลูกฝังลักษณะทั้งสองดังกล่าวขึ้นในจิตใจของผู้เรียน แผนผังรูปตัววีจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ โดยแผนผังรูปตัววีจะเป็นเครื่องบ่งชี้ให้เห็นมโนทัศน์ และหลักการสำคัญที่ใช้ในการสืบค้น เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ ๆ ขึ้นมา โดยผู้เรียนจะต้องระบุมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่แล้วได้และสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมแล้วเข้ากับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ เพื่อให้เกิดความรู้หรือมโนทัศน์ใหม่ นั่นคือ ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

นอกจากแผนผังรูปตัววีจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายเกี่ยวกับมโนทัศน์แล้ว ยังช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายเกี่ยวกับวิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้อีกด้วย โดยผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ถึงการสะสมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการต่าง ๆ ที่จะทำให้ได้ความรู้นั้นมา ทำให้ทราบว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไร เรียนรู้ถึงคุณค่าของมโนทัศน์ที่ได้ การใช้ทฤษฎีในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งทำให้ทราบว่าความรู้มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ผู้เรียนสามารถเข้าใจถึงเหตุผลของการบันทึกข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และข้อจำกัดของการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั่นคือ ผู้เรียนทราบว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้นั้นมีผลมาจากการใช้กระบวนการสืบเสาะ ซึ่งการสืบเสาะแสวงหาความรู้มีผลมาจากความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียน กับวิธีการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้

2.6.5 การใช้แผนผังรูปตัววีในกิจกรรมการเรียนการสอน

โนแวค (Novak,1980)ได้กล่าวถึงการนำแผนผังรูปตัววี ไปใช้ในการเรียนการสอนไว้ว่า แผนผังรูปตัววี สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้ทั้งก่อนการสอนระหว่างการสอน และใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ได้ดังนี้

(1)การใช้แผนผังรูปตัววีเป็นเครื่องมือเตรียมการสอน ครูผู้สอนสามารถใช้แผนผังรูปตัววีในการวิเคราะห์การปฏิบัติการทดลองก่อนที่จะนำเสนอแก่นักเรียน และใช้แผนผังรูปตัววีในการกำหนดวิธีการทดลองที่มีอยู่แล้วเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายได้โดยใช้แผนผังรูปตัววีจะเป็นเครื่องมือในการประเมินมโนทัศน์ที่นักเรียนจะต้องมีมาก่อนที่จะดำเนินการทดลอง นอกจากนี้แผนผังรูปตัววี ยังใช้เป็นกลไกในการออกแบบการทดลองของแต่ละบุคคลได้ด้วย

(2)การใช้แผนผังรูปตัววีเป็นเครื่องมือในการสอน แผนผังรูปตัววีเป็นเครื่องมือที่ใช้อภิปรายถึงการทดลองโดยการสรุปย่อ ครูผู้สอนสามารถนำแผนผังรูปตัววีมาใช้ก่อนการปฏิบัติการทดลอง โดยให้ผู้เรียนระบุสิ่งที่ต้องเรียนรู้มาก่อนทางด้านซ้ายเพราะจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้ทราบถึงวิธีการและลักษณะของข้อมูลที่จะต้องบันทึกพร้อมทั้งการจัดกระทำข้อมูลเพื่อช่วยให้การเรียนในบทเรียนนั้นง่ายขึ้นและเป็นไปอย่างรวดเร็ว

(3)การใช้แผนผังรูปตัววีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของนักเรียน สามารถทำได้โดยให้นักเรียนสร้างแผนผังรูปตัววี แล้วประเมินการสร้างแผนผังรูปตัววีจากส่วนต่างๆที่เป็นองค์ประกอบของแผนผังรูปตัววีแล้วให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถใช้แผนผังรูปตัววีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้นั่นเอง

ตัวอย่างการใช้แผนผังรูปตัววีในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีดังต่อไปนี้

ด้านความคิด

ด้านวิธีการ

คำถามสำคัญ

ทฤษฎี:
ทฤษฎีจลน์ของโมเลกุล

ระบบมโนทัศน์:
เคมีเกี่ยวกับเอนไซม์

มโนทัศน์:
เอนไซม์ ,การเสื่อมสภาพ
การแขวนลอย,ความร้อน
แป้ง น้ำตาล
อินดิเคเตอร์ ปฏิกิริยา

เอนไซม์ในน้ำลายทำงาน
อย่างไร

ปฏิสัมพันธ์ตลอด
เวลาระหว่าง
องค์ประกอบ
ด้านซ้ายและ
ด้านขวา

ข้อสรุปอ้าง:
ด้านความรู้:น้ำลายเปลี่ยนแป้ง
เป็นน้ำตาลอย่างง่าย
คุณค่า :การเคี้ยวอาหารเป็น
สิ่งดีการให้ความร้อนแก่เอนไซม์ไม่ดี

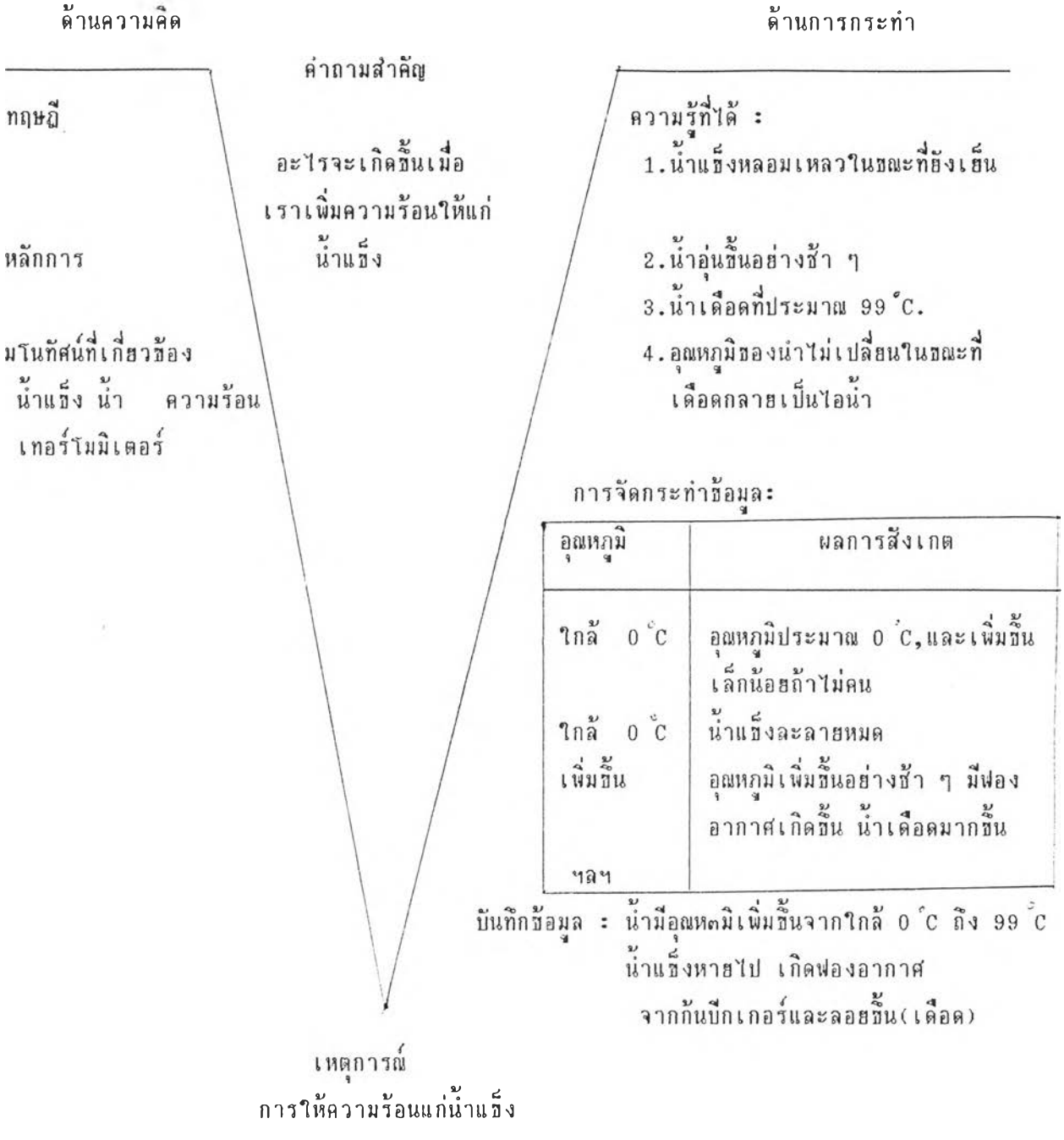
การจัดกระทำข้อมูล สีของอินดิเคเตอร์

	หลัง	ก่อน
สารละลาย มอลโตส	สีฟ้า	สีส้ม
แป้ง+ น้ำ	สีฟ้า	สีฟ้า
แป้ง + น้ำลาย + น้ำ	สีฟ้า	สีส้ม
แป้ง + น้ำลาย + น้ำ + ต้ม	สีฟ้า	สีฟ้า

บันทึกข้อมูล: น้ำลาย+แป้ง+น้ำ-> สารละลายใส
สารละลาย+อินดิเคเตอร์+ต้ม->สีส้ม
แป้ง+น้ำ->สารละลายขุ่น-> ผสม
อินดิเคเตอร์-->สีฟ้า
มอลโตส+น้ำ->สีใส->ผสมอินดิเคเตอร์
แล้วต้ม ->สีส้ม
น้ำลาย+แป้ง+น้ำ+ต้ม->สารสีขุ่น แล้วผสม
อินดิเคเตอร์+ต้ม->สีฟ้า

เหตุการณ์
น้ำลาย + สาร
แขวนลอยของแป้งในน้ำ
(ที่เย็นและที่ร้อน)

แผนภาพที่ 43 แผนผังรูปตัววีสำหรับการปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับการทำงานของเอนไซม์
(Novak and Gowin,1984)



แผนภาพที่ 44 แผนผังรูปตัววีแสดงมโนทัศน์ การบันทึกข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาการเพิ่มความร้อนแก่น้ำแข็ง (Novak and Gowin, 1984)

ด้านความคิด

ทฤษฎี :ทฤษฎีอะตอมและโมเลกุล

หลักการ

1.ธาตุไม่สามารถแยกได้อีก

2.สารประกอบสามารถเกิดจากการสังเคราะห์จากธาตุหรือสารประกอบอื่น

3.สารประกอบสามารถแยกเป็นธาตุได้

4.ของผสมเป็นสารไม่บริสุทธิ์ซึ่งสามารถแยกออกจากกันได้ง่าย

คำถามสำคัญ:

อะไรทำให้เกิดความแตกต่างของสารประกอบกับธาตุและของผสม

ด้านวิธีการ

ข้อสรุป: ธาตุเป็นรูปของสารที่ง่ายที่สุดที่เรารู้จัก เมื่อรวมกันเกิดเป็นสารประกอบ สารประกอบสามารถรวมกับสารประกอบอื่นกลายเป็นสารประกอบชนิดใหม่ ของผสมเป็นการรวมกันของธาตุและสารประกอบหลายชนิด แต่สามารถแยกออกจากกันได้ง่าย ซึ่งการรวมกันของมันไม่เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยา

การบันทึกและการจัดกระทำข้อมูล

1(ก)ลวดแมกนีเซียมมีลักษณะเหมือนเดิม

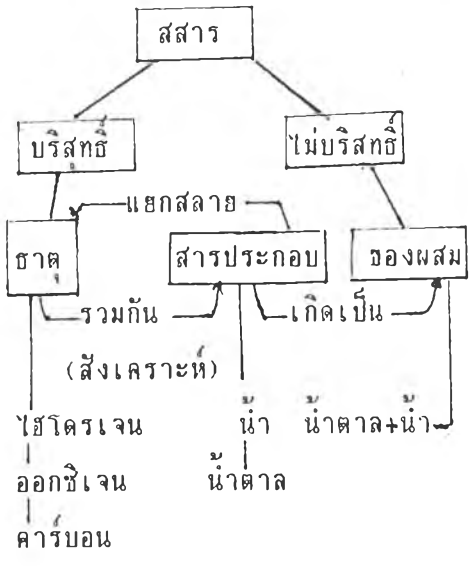
(ข)ลวดแมกนีเซียมลุกไหม้ ,เหลือสารสีขาวเหมือนขี้เถ้า

(ค)แมกนีเซียมหายไป

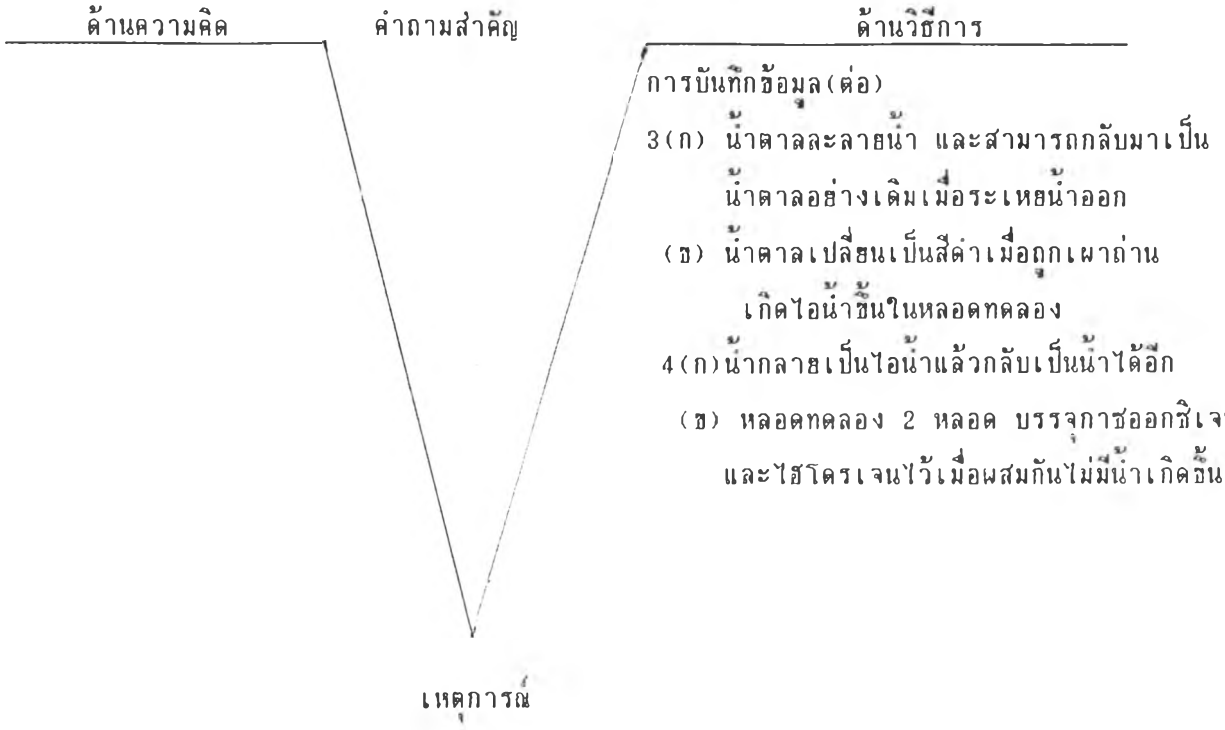
2(ก) เหล็กและก้ามะถันเป็นของผสมซึ่งสามารถแยกได้ด้วยแม่เหล็ก

(ข) หลังจากเผามีสารสีดำเหลืออยู่และไม่แยกออกจากกันได้ด้วยแม่เหล็ก

มโนทัศน์ :



แผนผังรูปตัววีในการสอนเรื่อง ความแตกต่างระหว่างสารประกอบจากธาตุและของผสม(ต่อ)



1. ก. การหักลวดแมกนีเซียม
   ข. เผาลวดลแมกนีเซียมด้วยเปลวไฟ
   ค. ใส่ลวดแมกนีเซียมในน้ำส้มสายชู
2. ก. ผสมเหล็กกับกำมะถันแล้วใส่แงแม่เหล็กลงไป
   ข. เผาของผสมระหว่างเหล็กและกำมะถันจนเป็นสีแดง
3. ก. นำน้ำตาลละลายน้ำแล้วกลั่นสารละลายน้ำตาล
   ข. เผาน้ำตาลบนฝากระป๋องแล้วใช้หลอดที่หุ้มน้ำแข็งไว้รอไว้ด้านบน
4. ก. ระเหยและควบแน่นน้ำ
   ข. แยกน้ำด้วยไฟฟ้า

แผนภาพที่ 45 แผนผังรูปตัววีในการสอนเรื่อง ความแตกต่างระหว่างสารประกอบจากธาตุและของผสม (Novak,1991)

2.6.6 การสอนวิธีการสร้างแผนผังรูปตัววี

โนแวค และ โกวิน (Novak and Gowin,1984) ได้เสนอไว้ว่า ในการสอนให้นักเรียนสามารถสร้างแผนผังรูปตัววี นั้น ครูควรดำเนินการดังนี้

1. เริ่มต้นโดยการให้นักเรียนทำความเข้าใจกับความหมายและลักษณะของมโนทัศน์ เหตุการณ์ และหรือ วัตถุสิ่งของ

2. แนะนำการบันทึกข้อมูลและการตั้งคำถามสำคัญ โดยชี้ให้เห็นว่าลักษณะของการบันทึกข้อมูลนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของคำถาม

3. อธิบายให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกระทำข้อมูล ซึ่งสามารถจัดกระทำได้หลายรูปแบบ วิธีการ ซึ่งลักษณะการจัดกระทำข้อมูลนั้นจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงข้อความรู้ที่จะได้

4. อธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายของหลักการและทฤษฎี

นอกจากนี้ โนแวค (Novak(1980)ได้ให้ข้อเสนอแนะถึงการนำ แผนผังรูปตัววี ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. การนำแผนผังรูปตัววีไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ควรใช้ในกรณีที่เนื้อหาของบทเรียนที่เป็นปฏิบัติการทดลอง ไม่ควรนำไปใช้ในบทเรียนที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรม

2. ครูผู้สอนไม่ควรวิตกกังวลว่า นักเรียนจะต้องเข้าใจโครงสร้างแผนผังรูปตัววี ทั้งหมดทันที ควรจะให้ผู้เรียนได้เข้าใจในแต่ละส่วนของโครงสร้างแผนผังรูปตัววี

3. เมื่อนักเรียนเข้าใจความหมายของศัพท์ ที่เป็นองค์ประกอบของ แผนผังรูปตัววี เป็นอย่างดีแล้วครูควรจะแนะนำให้นักเรียนสร้างแผนผังรูปตัววี ซึ่งอาจจะให้สร้างเฉพาะบางส่วนของแผนผังรูปตัววี หรืออาจจะให้ผู้เรียนสร้างแผนผังรูปตัววี ที่สมบูรณ์ของทั้งหมดหลังจากปฏิบัติการทดลองแล้ว

4. เมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับแผนผังรูปตัววี มากขึ้น อาจจะให้ผู้เรียนเขียนด้านซ้ายมือของแผนผังรูปตัววี มาก่อนดำเนินการทดลอง หรือให้เป็นการบ้านสำหรับผู้เรียน

5. ครูอาจจะนำแผนผังรูปตัววีที่สมบูรณ์แล้ว ติดบอร์ดไว้ให้นักเรียนดูโดยเฉพาะทฤษฎีและหลักการสำคัญ รวมทั้ง แผนผังรูปตัววี จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

2.6.7 การใช้แผนผังรูปตัววีกับสื่อประเภทการอ่าน (Reading material)

การใช้ แผนผังรูปตัววี นั้นเหมาะสำหรับเนื้อหาที่เป็นการทดลอง นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้กับสื่อประเภทการอ่านได้ เช่น รายงานผลการวิจัย หรือรายงานผลทดลอง เป็นต้น โดยใช้ คำถาม 10 ข้อ สำหรับการวิเคราะห์เพื่อสร้างแผนผังรูปตัววีดังนี้

1. อะไรคือวัตถุสิ่งของและหรือเหตุการณ์ที่ใช้ในการสังเกต
2. อะไรคือการบันทึกข้อมูลหรือการจัดกระทำข้อมูล
3. อะไรคือคำถามสำคัญในการศึกษาครั้งนี้
4. มโนทัศน์หรือหลักการอะไรบ้างที่เกี่ยวกับการทดลอง
5. การบันทึกข้อมูล มีความตรงกับวัตถุสิ่งของและหรือเหตุการณ์ที่สังเกตหรือไม่
6. หลักการที่ระบุนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่
7. อะไรคือทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายเกี่ยวกับการทดลอง
8. การเชื่อมโยงมโนทัศน์หรือหลักการสอดคล้องกับสิ่งต่อไปนี้หรือไม่
   (1)วัตถุสิ่งของและหรือเหตุการณ์
   (2)การบันทึกข้อมูล
   (3)การจัดกระทำข้อมูล และ
   (4)ข้อความรู้ที่ได้
9. การระบุคุณค่าของความสมเหตุสมผลกับข้อความรู้ที่ได้หรือไม่
10. คำถามสำคัญหรือการตอบคำถามสำคัญมีความสอดคล้องกันหรือไม่

2.6.7 การประเมินผลการสร้างแผนผังรูปตัววีของผู้เรียน

โนแวค (Novak 1980) ได้อธิบายวิธีการประเมินผลการสร้างแผนผังรูปตัววีไว้ดังนี้

1. ประเมินผลจากภาพรวมของการสร้าง แผนผังรูปตัววี และความพยายามในการทำงานทั้งหมดของนักเรียน

2. การประเมินความเข้าใจของนักเรียน โดยประเมินองค์ประกอบแต่ละส่วนของแผนผังรูปตัววี พิจารณาจากการพัฒนาการของนักเรียนในการตั้งคำถามน่า การเลือกเหตุการณ์ในการสังเกตการบันทึกข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล เป็นต้น ซึ่งแต่ละส่วนของ แผนผังรูปตัววี จะมีช่องคะแนนเป็นเกณฑ์กำหนด แล้วบันทึกคะแนนที่ได้ไว้ใน แบบบันทึกความก้าวหน้า(Progress Sheet) ซึ่งคะแนนในแบบบันทึกความก้าวหน้า จะบ่งบอกให้ทราบถึง

(1)พัฒนาการในการสร้างแผนผังรูปตัววีในองค์ประกอบแต่ละส่วน

(2)คะแนนรวมในการสร้างแผนผังรูปตัววี

ตารางที่ 5 การประเมินลักษณะทั่วไปของการสร้าง แผนผังรูปตัววี

	ใช่	ไม่ใช่	คะแนนที่ใช้
1.คำถามสำคัญเกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ตั้งแต่ 2 มโนทัศน์ ขึ้นไปหรือไม่	[ ]	[ ]	[ ]
2.คำถามสำคัญสามารถนำไปสู่การปฏิบัติการทดลองหรือไม่	[ ]	[ ]	[ ]
3.นักเรียนสามารถระบุเหตุการณ์ที่ต้องการศึกษาหรือไม่	[ ]	[ ]	[ ]
4.การระบุ มโนทัศน์ ตรงกับประเด็นที่ศึกษาหรือไม่	[ ]	[ ]	[ ]
5.มีการระบุหลักการและทฤษฎีถูกต้องหรือไม่	[ ]	[ ]	[ ]
6.การบันทึกข้อมูลและการจัดกระทำข้อมูลเพียงพอหรือไม่	[ ]	[ ]	[ ]
7.ข้อความรู้มีความชัดเจน ถูกต้องและสอดคล้องกับคำถามนำหรือไม่	[ ]	[ ]	[ ]

เกณฑ์การให้คะแนนการสร้าง แผนผังรูปตัววี

ค่าถามสำคัญ (Focus Question)

0 - ไม่มีการระบุคำถามสำคัญ

1 - มีการระบุคำถามสำคัญ แต่ไม่บ่งชี้ให้ทราบเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของหรือไม่บ่งชี้ด้านความคิดของ แผนผังรูปตัววี

2 - มีการระบุคำถามสำคัญ ซึ่งบ่งบอก แผนผังรูปตัววีที่เกี่ยว แต่ไม่ชี้แนะถึงเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของไม่สอดคล้องกับการปฏิบัติการทดลอง

3 - มีการระบุคำถามสำคัญที่ชัดเจน บ่งชี้มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องและเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของที่ต้องการศึกษา

เหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของ(Events/Objects)

0 - ไม่มีการระบุเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของ

1 - มีการระบุเหตุการณ์หรือวัตถุสิ่งของอย่างใดอย่างหนึ่งสอดคล้องกับคำถามสำคัญ หรือมีการระบุเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของแต่ไม่สอดคล้องกับคำถามสำคัญ

2 - มีการระบุเหตุการณ์ที่ประกอบด้วยวัตถุสิ่งของ และสอดคล้องกับ คำถามนำ

3 - เช่นเดียวกับที่กล่าวข้างต้น แต่เหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของบ่งชี้ให้ทราบถึงลักษณะข้อมูลที่จะต้องบันทึก

ทฤษฎี หลักการและมโนทัศน์ (Theory Principles and Concepts)

0 - ไม่มีการระบุ ทฤษฎี หลักการ และ มโนทัศน์ ที่เกี่ยวข้อง

1 - มีการระบุมโนทัศน์บางส่วน แต่ไม่มีการระบุหลักการและทฤษฎีหรือมีการระบุหลักการที่ได้มาจากปฏิบัติการปฏิบัติการทดลอง

2 - มีการระบุมโนทัศน์และหลักการเพียงบางส่วน(อาจเป็นหลักการด้านความคิดหรือหลักการด้านวิธีการ) หรือมีการระบุมโนทัศน์และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3 - มีการระบุมโนทัศน์ หลักการทั้งด้านความคิดและด้านวิธีการหรือมีการระบุมโนทัศน์หลักการ อย่างใดอย่างหนึ่งและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

4 - มีการระบุมโนทัศน์หลักการทั้งด้านความคิดและด้านวิธีการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การบันทึกข้อมูลและหรือการจัดกระทำข้อมูล(Records/Transformations)

0 - ไม่มีการบันทึกข้อมูลหรือการจัดกระทำข้อมูล

1 - มีการบันทึกข้อมูลแต่ไม่สอดคล้องกับคำถามนำหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา

2 - มีการบันทึกข้อมูลหรือการจัดกระทำข้อมูลเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง

3 - มีการบันทึกข้อมูลจากเหตุการณ์ แต่การจัดกระทำข้อมูลไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของคำถามนำ

4 - มีการบันทึกข้อมูลจากเหตุการณ์ที่ศึกษา และการจัดกระทำข้อมูลสอดคล้องกับคำถามนำ

ข้อความรู้ที่ได้(Knowledge Claims)

0 - ไม่มีการระบุข้อความรู้ที่ได้

1 - ข้อความรู้ที่ได้ไม่เกี่ยวข้องกับกรอบความคิดของ แผนผังรูปตัววี

2 - ข้อความรู้ที่ได้ประกอบด้วยมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องกับเนื้อหาหรือข้อสรุปที่ได้ไม่สอดคล้องกับการบันทึกข้อมูลและการจัดกระทำข้อมูล

3 - ข้อความรู้ที่ได้ประกอบด้วยมโนทัศน์จากคำถามนำ การบันทึกข้อมูลและการจัดกระทำข้อมูล

4 - เช่นเดียวกับข้อ3 แต่ข้อความรู้ที่ได้จะชี้แนะการตั้งคำถามนำใหม่ต่อไป

2.6.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยต่างประเทศที่มีการใช้ทั้งกรอบมโนทัศน์และการใช้แผนผังรูปตัววี มีดังนี้

เกอร์เลย์ (Gurley,1882) ได้ทำการวิจัยใช้แผนผังรูปตัววี ของโกวิน และแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ของโนแวคเป็นวิธีสอนเปรียบเทียบกับการสอนแบบมีเงื่อนไข โดยใช้คำถามจากตำราเรียนและจากคู่มือปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนสาขาวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก 2 โรงเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความเข้าใจบทปฏิบัติการ แบบสัมภาษณ์รายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันแต่พบว่า ลักษณะการตอบคำถามของกลุ่มทดลองจะดีกว่ากลุ่มควบคุม เจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันกล่าวคือ กลุ่ม ทดลองจะมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิชาชีววิทยาเป็นอย่างดีโดยนักเรียนมีความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับวิธีการ ระหว่างความคิดกับการกระทำ และสามารถเชื่อมโยงกิจกรรมการทดลองเข้ากับเนื้อหาวิชาในตำราได้อย่างเข้าใจ แต่จากการสัมภาษณ์รายบุคคลพบว่า การสอนโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับแผนผังรูปตัววีเป็นเรื่องที่ยากสำหรับผู้เรียน ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่าการสอนโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีควรใช้เวลานานพอสมควร จึงทำให้ที่ได้น่าเชื่อถือได้

โนแวค โกวิน และ โจฮันเสน (Novak,Gowin and Johansen,1983) ได้ทำการวิจัยโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้นและแผนผังรูปตัววีผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์เกรด 7 และ เกรด 8 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการสอนโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 มีความสามารถในการสร้างแผนผังรูปตัววีได้ แต่ยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และพบว่า นักเรียนเกรด7 มีความสามารถในการสร้างแผนผังรูปตัววีสูงกว่านักเรียนเกรด 8 ทั้งนี้อาจเนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ต่างกัน ธรรมชาติของเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่ากลุ่มควบคุม

เลห์มาน คาร์เตอร์ และ คาเล (Lehman , Carter and Kahle,1985) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนผิวดำระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่างการสอนโดยใช้ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี การสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในรัฐอินเดียนา จำนวน 250 คนเป็นนักเรียนผิวดำ 97 % ลาติน 2 % และอื่นๆอีก 1 % เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบผลการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับ ความรู้ความเข้าใจ และการนำไปใช้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ.05 สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ผู้วิจัยได้เสนอว่าอาจเนื่องมาจาก

1) รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกึ่งทดลอง ทำให้เกิดความไม่เท่าเทียมกันตั้งแต่ต้น

2) ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสั้น

3) นักเรียนและครูไม่คุ้นเคยกับเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

4) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยากเกินไป

บรอดดี (Brody,1985) ได้ทำการวิจัยการประยุกต์ใช้ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี และการสัมภาษณ์รายบุคคล ในการปรับหลักสูตรการค้าทางทะเล และการจัดระบบข้อมูลย้อนกลับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการทฤษฎีทางศึกษาในการเป็นพื้นฐานในการจัดการศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นกัปตันเรือจำนวน 38 คน โดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และ แผนผังรูปตัววี ในการระบุมโนทัศน์และความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างจากการสัมภาษณ์รายบุคคล ผลปรากฏว่า ข้อมูลที่ได้ใช้เป็นเครื่องมือในการอธิบายข้อมูลได้อย่างแจ่มชัด และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบและประเมินเพื่อปรับปรุงการศึกษาได้

ไทเลอร์ (Tylor,1985) ทำการวิจัยการเปลี่ยนแปลงประสบการณ์ที่มีความหมาย โดยการฝึกให้ผู้เรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี ในวิชาปฏิบัติการชีววิทยา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์แผนผังรูปตัววีและ เทคนิคการใช้คำถามที่มีผลต่อการเรียนรู้อย่างมีความหมาย กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาคือนักเรียนที่เรียนวิชาปฏิบัติการชีววิทยา มหาวิทยาลัยคอร์เนล แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้น แผนผังรูปตัววีและเทคนิคการใช้คำถาม กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบประเมินการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้น แผนผังรูปตัววี และ แบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า การใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี และเทคนิคการใช้คำถามและหลักการเรียนรู้เพื่อการเรียนรู้ ทำให้เกิดประสบการณ์เรียนรู้อย่างมีความหมาย กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถบูรณาการความคิด เจตคติ และการกระทำ ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงให้ประสบการณ์มีความหมาย

เจอร์มาน (Germann,1989) ได้ศึกษาผลที่เกิดจากการสอนโดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้โดยตรงและความเหมาะสมของการสอนโดยตรงกับการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเขามีความเชื่อว่าโปรแกรมการสอนที่เรียกว่า DIAL(SPS)2 [Directed Inquiry Approach to Learning Science Process Skills and Scientific Problem Solving] ที่เขาพัฒนาขึ้นจะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในโปรแกรมการสอนนี้ได้รวมเอายุทธศาสตร์การสอนไว้หลายอย่าง ได้แก่ สิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้า วัฏจักรการเรียน แผนผังแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์อย่างมีลำดับขั้น และแผนผังรูปตัววี โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษา 2 ข้อดังนี้

1.เพื่อศึกษาว่าโปรแกรมการสอน DIAL(SPS)2 จะทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นกว่าวิธีสอนแบบเดิมหรือไม่

2.เพื่อศึกษาว่าโปรแกรมการสอน DIAL(SPS)2 มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้สอนหรือไม่

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาได้จากการเลือกนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยาจำนวน 4 ห้องเรียน โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรม DIAL(SPS)2 ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามแบบเดิม ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการทดสอบก่อนเรียน โดยที่นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถเฉลี่ยเท่ากัน ส่วนกลุ่มควบคุมมีความสามารถเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มทดลอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันซึ่งแสดงว่าโปรแกรมการสอน DIAL(SPS)2 สามารถช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการของนักเรียนกลุ่มทดลองได้และยังพบว่า โปรแกรมนี้เหมาะสมที่จะใช้สอนเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจ

งานวิจัยภายในประเทศ

บัวศรี ประวะภูโต (2533) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา เรื่องการหายใจและการสืบพันธุ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนโดยใช้แผนผังรูปตัววีกับการสอนตามปกติ และหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยากับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1.นักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.01

2.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.01 แต่ไม่ปรากฏความสัมพันธ์นี้ในกลุ่มควบคุม

นิภา ด่าเนตร (2533) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4ระหว่างการสอนโดยใช้แผนผังมโนมติ(Concept Map)และมโนมติรูปตัววี (Vee Diagram)กับการสอนปกติผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

2.7 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เนื่องจากวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ฉะนั้น วิธีการหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การค้นคว้าทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการ และ กฎ ในขณะที่ทำการค้นคว้าทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปด้วย เช่น ฝึกการสังเกต บันทึกข้อมูล หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ตั้งสมมุติฐานและทำการทดลอง เป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้ เรียกว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดังต่อไปนี้

นิดา สะเพียรชัย และคณะ (2523) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นต้องให้ผู้เรียนได้ทั้งตัวความรู้ซึ่งเป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ และได้ทั้งกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งหมายถึง วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทัศนะคติเชิงวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วยเพื่อเป็นพื้นฐานในการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ต่อไป ดังนั้นในปัจจุบันนี้ ปรัชญาการจัดหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ จึงเปลี่ยนมาเน้นทั้งความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุภาสินี สุภธีระ (2531) กล่าวว่าเนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ฉะนั้น วิธีการหนึ่งที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การค้นคว้า ทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการและกฎ ในขณะที่ทำการค้นคว้าทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปด้วย เช่น ฝึกสังเกต บันทึกข้อมูล หาความสัมพันธ์ของตัวแปร ตั้งสมมติฐานและทำการทดลอง ดังนั้นการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ จึงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ แต่องค์ประกอบที่สำคัญมากอย่างหนึ่งได้แก่ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จึงต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายและขอบเขตของคำว่าวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี และครูวิทยาศาสตร์ควรตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่น้อยไปกว่าเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพราะเนื้อหาวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ส่วนกระบวนแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น สามารถจะนำไปใช้ในการศึกษากาความรู้ได้ตลอดไป

2.7.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นอกจากความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาแล้ว ยังมีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

คัสแลน และ สโตน (Kuslan and Stone, 1968) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก็คือ การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้าย การสังเกต การวัด การทดลองและออกแบบการทดลอง การอธิบายการสรุปหลักเกณฑ์ การพิจารณาเหตุผลเชิงปรนัย

เนย์ และคณะ (Nay and Associates, 1971) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลำดับกิจกรรมหรือลำดับการปฏิบัติการซึ่งกระทำโดยนักวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมีกระบวนการต่าง ๆ ในการจัดเรียงลำดับขั้นการทำงาน

คลอปเฟอร์ (Klopfer, 1971) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เวลช์ (Welch, 1971) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า คือ กิจกรรมหรือการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ในการพยายามที่จะเข้าใจธรรมชาติ กิจกรรมเหล่านี้ตั้งอยู่บนความเชื่อพื้นฐานต่าง ๆ และ ได้รับการปฏิบัติไปตามความตระหนักในธรรมชาติของผลลัพธ์คุณธรรม (Ethics) และเป้าหมายของศาสตร์

ปีเตอร์สัน (Peterson, 1978) ได้ให้คำนิยามว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การทำการทดลอง การเปรียบเทียบ การสรุปอ้างอิง การสรุปหลักเกณฑ์ การสื่อความหมาย การนำไปใช้ประโยชน์

พจน์ สะเพียรชัย (2517)ได้ให้ความหมายคำว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" ไว้ว่า คือ พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถต่าง ๆ ในด้าน การสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การจัดกระทำข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลและสรุป การสร้างสมมุติฐาน การออกแบบและดำเนินการทดลอง การคิดคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

ประหยัด จันทร์ชมภู และ ประสพสันต์ อักษรมัต (2518) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความคล่องแคล่วชำนิชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์และครูต้องสอนนักเรียนให้เกิดทักษะ 2 ประการ คือ ทักษะในการทำหรือใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และ ทักษะในการแก้หรือขบคิดปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือมีทักษะความสามารถในเชิงสติปัญญา และการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง มีเหตุผล

ปรีชา วงศ์ชุศิริ (2526) ได้ให้แนวคิดว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้เสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ฤทัย ศรีนุกูล (2530) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงกระบวนการต่าง ๆที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ ข้อเท็จจริงหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ นั่นเอง ซึ่งประกอบด้วยหลาย ๆ กระบวนการทั้งหมด หรืออาจจะกระทำกระบวนการใดก่อนหลังก็ได้

ประภาพันต์ กิจเจริญปัญญา (2531) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบของคน ที่แสดงออกเพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือใช้ในการแก้ปัญหา และเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ต้องอาศัยความคิดในระดับต่าง ๆ มาทำการแก้ปัญหา

ประภาศรี มัคคสมัน (2531) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบและเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ต้องอาศัยความคิดระดับในระดับต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา เป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งของการแสวงหาความรู้ใหม่หรือค้นคว้าสิ่งที่ยังไม่รู้และใช้ในการค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการและกฎ หรือใช้ในการแก้ปัญหา

บัวศรี ประวะภูโต(2532) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ และเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ต้องอาศัยความคิดในระดับต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการ และกฎ ก่อให้เกิดความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น

จากความหมายของคำว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหลายทัศนะดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการต่าง ๆที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบของคนและความสามารถในการเลือกใช้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงออกเพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือใช้ในการแก้ปัญหา อีกทั้งเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ต้องอาศัยความคิดในระดับต่างๆมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือค้นคว้าสิ่งที่ยังไม่รู้ให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริงหลักการและกฎ ก่อให้เกิดความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น

2.7.2 ทักษะขั้นต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการแสวงหาความรู้ ค้นคว้าวิจัยและแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องประกอบด้วยความสามารถต่าง ๆ จึงได้มีผู้รวบรวมทักษะต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงาน ไว้ดังต่อไปนี้

เพียร์สัน และ คิวอี้ (Pearson and Dewey อ้างถึงใน สุวัฒน์ นิยมค้า, 2517) ได้วิเคราะห์การทำงานของนักวิทยาศาสตร์แล้วสรุปว่า ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกได้ 6 ขั้น ดังนี้

1. กำหนดปัญหา (Identification and statement of the Problem)

2. ตั้งสมมุติฐานหลาย ๆ อันเพื่อคาดคะเนคำตอบ (Formulation of Hypotheses)

3. ค้นหาวิธีทดสอบสมมุติฐานแต่ละอัน (Search for Evidence to Test Hypotheses)

4. ทำการทดสอบสมมุติฐานแล้วลงข้อยุติ (Assesment of Validity of Hypotheses)

5. ปรับปรุงแก้ไขสมมุติฐานถ้าจำเป็น (Revision of Hypotheses if necessary)

6. นำข้อยุติไปใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้อง (Application of conclusion to Similar Problems)

ลีโอพาร์ด อี คลอปเฟอร์ (Leopard E. Klopfer 1971) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยทักษะที่สำคัญ ๆ 4 ทักษะ คือ

1. การสังเกตและการวัด (Observing and Measuring) เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. การมองเห็นปัญหาและวิธีการที่จะใช้ในการหาคำตอบของปัญหา (Seeing a problem and seeking ways to solve it) ซึ่งได้แก่ การตั้งสมมุติฐาน การวางแผนการทดลองและการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานว่าจริงหรือไม่

3. การแปลความหมายและสรุป (Interpreting data and formulating generalizations) ซึ่งได้แก่การแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลอง และการสรุปข้อมูลนั้น ๆ

4. การสร้างทฤษฎี การตรวจสอบ และการปรับปรุงแก้ไขทฤษฎีที่สร้างขึ้นเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ของปัญหาที่พบ

โรเบิร์ต บี ซันด์ และ เลสลี ดับบลิว โทรว์บริดจ์ (Robert B. Sund and Leslie W.Trowbridge,1967) กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนานักเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไว้ 5 กลุ่ม คือ

1. ทักษะในการหาความรู้ (Acquisitive Skills)

1.1 การฟังอย่างตั้งใจ กระตือรือร้นและถามเมื่อสงสัย

1.2 การสังเกตอย่างถี่ถ้วน สนใจและคิดอย่างเป็นระบบ

1.3 การค้นหาแหล่งข้อมูลและใช้แหล่งข้อมูลหลาย ๆ แหล่งมาร่วมกันพิจารณา

1.4 การเสาะหาความรู้โดยการสัมภาษณ์หรือเขียนจดหมายสอบถาม

1.5 การกำหนดปัญหา

1.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการบันทึกเป็นตารางหรือจำแนกเป็นรายการต่าง ๆ

1.7 การหาคำตอบของปัญหาที่ตั้งไว้โดยการทำการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลองแล้วสรุป

2. ทักษะในการรวบรวมประสบการณ์ (Organizational Skills)

2.1 การรายงานข้อมูลอย่างเป็นระบบและสมบูรณ์โดยเขียนเป็นตารางหรือแผนผัง

2.2 การเปรียบเทียบความเหมือนของสิ่งที่สังเกตได้

2.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งที่สังเกตได้

2.4 การจำแนกข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่

2.5 การเรียงลำดับข้อมูลที่จัดไว้เป็นหมวดหมู่โดยแสดงเป็นลำดับ

2.6 การกำหนดเค้าโครงออกเป็นหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อย

2.7 การแสดงหัวข้อที่สำคัญและความสัมพันธ์ของข้อมูล

2.8 การประเมินผลและการปรับปรุงแก้ไข

2.9 การวิเคราะห์และนำผลไปใช้

3. ทักษะในการสร้างสรรค์ (Creative Skills)

3.1 การวางแผนล่วงหน้าโดยเล็งเห็นผลที่จะเป็นไปได้และรวมถึงการตั้งสมมุติฐาน

3.2 การกำหนดปัญหาใหม่ วิธีการใหม่ เครื่องมือใหม่ และระบบใหม่

3.3 การค้นหาเทคนิควิธีการต่าง ๆ

3.4 การสังเคราะห์โดยการนำสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ (Manipulative Skills)

4.1 การรู้จักส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือ วิธีการทำงาน การปรับเครื่องมือให้เหมาะสมและข้อจำกัดของงาน

4.2 การดูแลรักษาเครื่องมือให้อยู่ในสภาพดีโดยการเก็บและใช้อย่างเหมาะสม

4.3 การสาธิตส่วนต่าง ๆ หน้าที่และการทำงานของเครื่องมือ

4.4 การนำเครื่องมือมาใช้ในการทดลอง ซึ่งรวมทั้งการวางแผนการใช้เครื่องมือ การรวบรวมข้อมูล การบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผลข้อมูลที่ได้จากการใช้เครื่องมือนั้น ๆ

4.5 การซ่อมแซมเครื่องมือ

4.6 การสร้างเครื่องมืออย่างง่าย เพื่อแสดงการทดลอง

4.7 การวัดโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ ตาชั่ง เป็นต้น

5. ทักษะในการสื่อความหมาย (Communicative Skills)

5.1 การตั้งคำถาม รู้จักเลือกใช้คำถามที่ดี และเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง

5.2 การอภิปราย รู้จักใช้ความคิดของตัวเองและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งอภิปรายเรื่องที่ตรงประเด็น

5.3 การอภิปรายเน้นสาระสำคัญให้ชัดเจน

5.4 การรายงานด้วยปากเปล่าต่อชั้นเรียนหรือครูเน้นเนื้อหาสาระสาระที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์

5.5 การเขียนรายงานการทดลองหรือการสาธิตเพื่อชี้แจงวิธีการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและการสรุปผลที่ได้

5.6 การพิจารณาในเชิงสร้างสรรค์เพื่อประเมินค่าจากผลที่ได้

5.7 การเขียนกราฟแสดงผลการทดลองและแปลความหมายจากกราฟที่ได้

5.8 สามารถถ่ายทอดความรู้แก่เพื่อนร่วมชั้นเรียนได้

วอลเตอร์ อาร์ บราวน์ (Walter R. Brown,1968) ได้แบ่งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากขั้นง่าย ๆ ไปสู่ขั้นที่ซับซ้อนมากขึ้น 5 ขั้นดังนี้

1. การนำเอาหลักเกณฑ์มาใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ

1.1 ความสามารถในการนำหลักเกณฑ์มาใช้กับประสบการณ์เฉพาะ

1.2 ความสามารถที่จะทำนายผลนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ความสามารถในการระบุปัญหา

2.2 ความสามารถในการจำกัดขอบเขตของปัญหา

2.3 ความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ

2.4 ความสามารถที่จะเลือกวิธีหาข้อมูลโดยพิจารณาด้วยว่าข้อมูลใดจำเป็นในการใช้แก้ปัญหา

2.5 ความสามารถที่จะเลือกแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้มากที่สุด

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ทักษะในการตั้งสมมุติฐาน

3.2 วิเคราะห์ ทดสอบสมมุติฐานอย่างมีเหตุผล

3.3 การเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล

3.4 ทักษะในการทดสอบสมมุติฐาน

4. การสังเคราะห์ข้อมูล

4.1 ความสามารถในการสังเคราะห์ข้อมูลภายในหลักเกณฑ์

4.2 การไม่รีบด่วนตัดสินใจสรุปผลจนกว่าจะมีข้อมูลเพียงพอ

5. การประเมินผลข้อมูล

5.1 ความสามารถในการประเมินหลักฐานโดยพิจารณาความเที่ยง (Reliability)และความตรง (Validity)

5.2 ทักษะในการประเมินค่าของข้อสรุปโดยไม่ลำเอียง

5.3 ทักษะในการจำแนกระหว่างข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) สมมุติฐาน กฎ และทฤษฎี

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science AAAS,1970)ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นพบสิ่งใหม่ ๆเป็น 13 ทักษะ ทักษะทั้งหมดนี้แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

ก. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (The Basic Process Skills) ประกอบด้วย

1. การสังเกต (Observing) เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น และ กายสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน รวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัสเพื่อรวบรวมข้อมูลจากวัตถุหรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

2. การวัด (Measuring) หมายถึงการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อรวบรวมข้อมูลในเชิงปริมาณของสิ่งที่ศึกษาได้อย่างถูกต้องควบคู่ไปกับการสังเกต

3. การจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึงความสามารถในการจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นกลุ่ม โดยอาจพิจารณาความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ร่วมของสิ่งนั้น ๆ

4. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา (Using Space / Time Relationship) เป็นการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่และเวลา เป็นการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของสิ่งต่าง ๆ เพราะมิติหมายถึงลักษณะที่เกี่ยวกับความกว้าง ความยาว ความหนา ตำแหน่งที่อยู่และการเคลื่อนที่

5. การคำนวณ (Using Number) หมายถึงการนำจำนวนที่ได้จากการวัด การสังเกต การทดลองมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ อันถือว่าเป็นเครื่องมือที่จำเป็นของวิทยาศาสตร์มาคำนวณหาค่าต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการแปลความและลงข้อสรุป

6. การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง การบันทึกหรือสื่อความหมายผลจากการค้นพบหรือผลที่ได้พบเห็นให้คนอื่นเข้าใจ อาจโดยการพูด การเขียน การใช้แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ ไดอะแกรม หรือสมการ โดยคำนึงถึงความชัดเจน ความสมบูรณ์ ความถูกต้อง

7. การลงความเห็นจากจากข้อมูล (Infering) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมเพื่อลงข้อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์นั้น

8. การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึงความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าหรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ ต่าง ๆ โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี ในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย

ข. ทักษะกระบวนการขั้นสูง (Integrated Process Skills) ประกอบด้วย

1. การควบคุมตัวแปร (Controlling Variables) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดว่าอะไรเป็นตัวแปรต้นและอะไรเป็นตัวแปรตามในปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษา ความสามารถในการบ่งชี้ตัวแปรต่าง ๆที่อาจจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม หรือคุณสมบัติทางกายภาพหรือชีวภาพของระบบ ความสามารถที่จะสร้างวิธีทดสอบหาผลที่เกิดจากตัวแปรได้ รวมทั้งความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหลาย ความสามารถเหล่านี้จะทำให้เราควบคุมปรากฏการณ์หรือสร้างปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นได้

2. การแปลความหมายจากข้อมูล (Interpreting Data) หมายถึง ความสามารถในการบรรยายความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำไว้อย่างครบถ้วนและกระทัดรัด ให้อยู่ในลักษณะที่จะใช้สื่อความหมายอย่างถูกต้องและเป็นที่เข้าใจตรงกัน

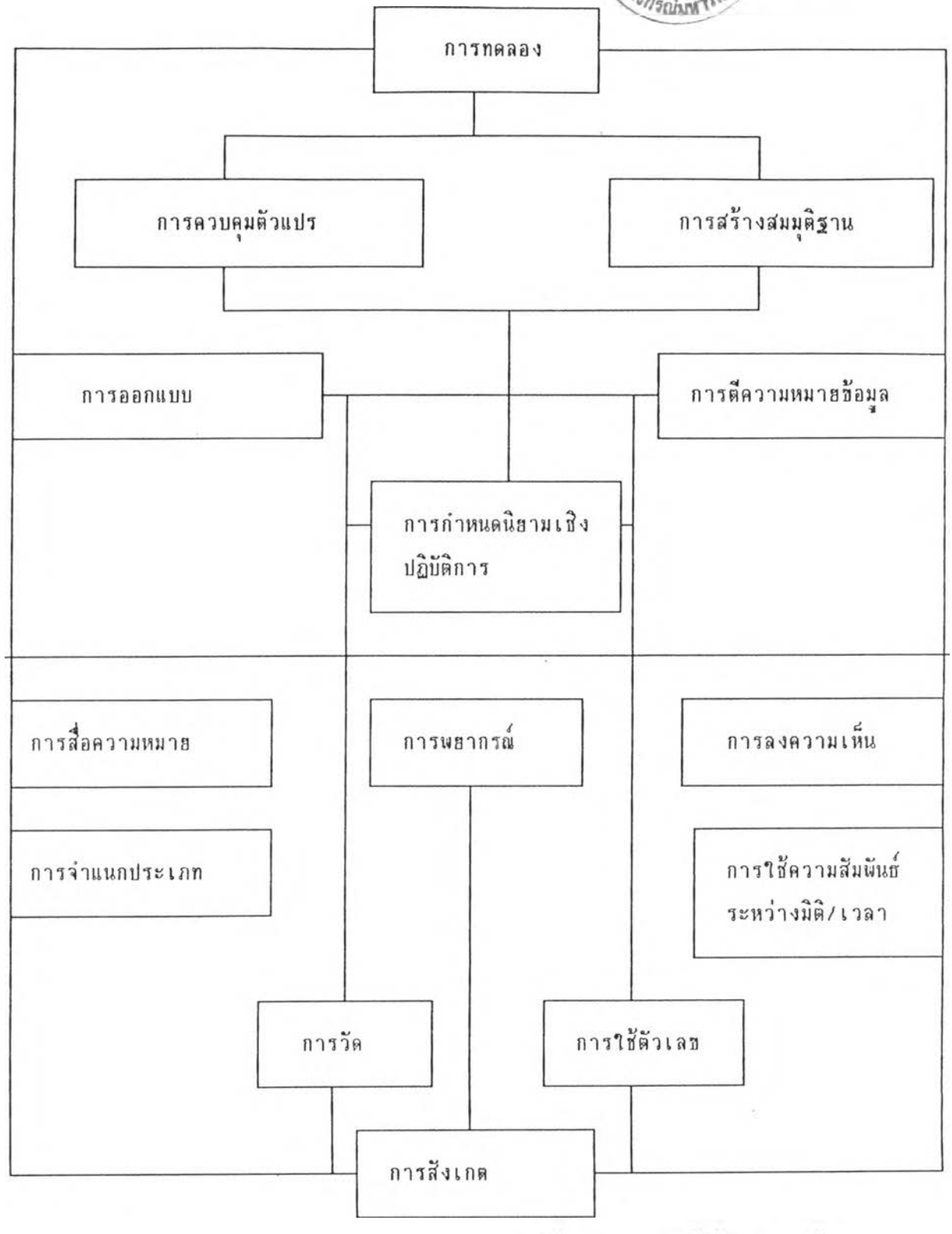
3. การตั้งสมมุติฐาน (Formulating Hypothesis) เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม หรือหลักการ กฎ

และทฤษฎีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สมมุติฐานที่ตั้งขึ้นอาจผิดทั้งหมดหรือถูกทั้งหมดหรือถูกบ้างผิดบ้างในบางส่วนก็ได้ สมมุติฐานที่ได้รับการยืนยันว่าเป็นความจริงแล้วจะเปลี่ยนสภาพเป็นทฤษฎี ความจริง หลัก หรือกฎ ตามแต่กรณี

4. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) เป็นการให้ความหมายของค่าหรือตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งต้องสังเกต วัดหรือนำมาปฏิบัติได้ โดยจำเป็นต้องกำหนดความหมายและขอบเขตให้รัดกุม สามารถเข้าใจตรงกันได้ เพื่อไปสร้างการทดลอง

5. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมุติฐานโดยการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง ในการทดลองจะมีการนำทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานและขั้นสูงหลาย ๆ ทักษะมาผสมกัน

โรนัลด์ ดี แอนเดอร์สัน และคณะ (Ronald D. Anderson,et al,1970) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญเท่า ๆกับ ตัวเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องใช้ในการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเขาได้เสนอแผนภาพแสดงการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูงไว้ดังนี้



แผนภาพที่ 46 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นต่าง ๆ จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูง

(Ronald D. Anderson,et al,1970)

มาร์แชลล์ เอ เนย์และคณะ (Marshall A. Nay and Associated,1971) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลำดับของกิจกรรมหรือปฏิบัติการ ซึ่งมี 5 กระบวนการใหญ่และแยกเป็นกระบวนการย่อย 17 กระบวนดังนี้

ก. การเริ่มต้นปัญหา (Initiation)

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา

1.1 การคาดคะเนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

1.2 การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ

1.3 การกำหนดขอบเขตของปัญหา

2. การหาข้อมูลพื้นฐาน

2.1 การใช้ความรู้เดิมและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง

2.2 การศึกษาค้นคว้าเอกสารต่าง ๆ

2.3 การปรึกษาจากบุคคลอื่น

3. การทำนาย

4. การตั้งสมมุติฐาน

5. การออกแบบสำหรับใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการทดลอง

5.1 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

5.2 การกำหนดวิธีการเป็นขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง

5.3 การกำหนดอุปกรณ์ วัสดุต่าง ๆ และเทคนิค

5.4 การกำหนดข้อควรระวังเกี่ยวกับความปลอดภัย

5.5 การกำหนดวิธีบันทึกข้อมูล

ข. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Collection of Data)

6. วิธีการ

6.1 การเก็บรวบรวม การสร้างและจัดอุปกรณ์

6.2 การทำการทดลอง

6.3 การกำหนดข้อจำกัด ขอบเขต และดัดแปลงวิธีการ

6.4 การทำการทดลองซ้ำ

6.5 การบันทึกข้อมูล

7. การสังเกต

7.1 การหาข้อมูลเชิงคุณภาพ

7.2 การหาข้อมูลเชิงปริมาณหรือกึ่งปริมาณ

7.3 การรวบรวมตัวอย่าง

7.4 การหาข้อมูลที่แสดงโดยกราฟ

7.5 การให้ข้อสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไม่คาดหมาย

7.6 การสังเกตความถูกต้องเที่ยงตรงของข้อมูล

7.7 การตัดสินความเที่ยงตรงและความเชื่อถือได้ของข้อมูล

ค. การจัดกระทำกับข้อมูล (Processing of Data)

8. การจัดข้อมูล

8.1 การจัดลำดับเพื่อให้ง่ายขึ้น

8.2 การจำแนกประเภท

8.3 การเปรียบเทียบ

9. การแสดงข้อมูลโดยกราฟ

9.1 การเขียนกราฟ แผนภูมิ แผนผัง แผนที่

9.2 การเติมข้อความในแผนภาพ

10. การจัดกระทำข้อมูลโดยใช้คณิตศาสตร์

10.1 การคำนวณ

10.2 การใช้ค่าสถิติ

10.3 การพิจารณาความไม่แน่นอนของผลที่วัดได้

ง. การสร้างกรอบแนวคิดจากข้อมูล (Conceptualization of Data)

11. การแปลความหมายจากข้อมูล

11.1 การคาดคะเนและอธิบายข้อมูล

11.2 การสรุปหลักเกณฑ์จากข้อมูล

11.3 การประเมินความเที่ยงตรง การทำนาย และสมมุติฐาน

12. การสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ

12.1 เป็นคำพูด

12.2 เป็นตัวเลข

13. การแสดงข้อมูลในรูปของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์

14. การเชื่อมโยงข้อค้นพบใหม่กับทฤษฎีที่มีอยู่เดิม

จ. การเปิดกว้าง (Openended)

15. การค้นหาหลักฐานต่อไปเพื่อ

15.1 เพิ่มระดับความเชื่อมั่นของคำอธิบายหรือข้อสรุป

15.2 ทดสอบขอบเขตของคำอธิบายที่ใช้หรือข้อสรุป

16. การระบุปัญหาใหม่เพื่อสืบเสาะหาความรู้ของ

16.1 ความต้องการที่จะศึกษาผลของตัวแปรใหม่

16.2 สิ่งที่สังเกตพบโดยบังเอิญ

16.3 ความไม่สมบูรณ์และความไม่แน่นอนของทฤษฎี

17. การนำความรู้ที่ค้นพบไปประยุกต์ใช้

เจมส์ อาร์ โอเค และโรนัลด์ แอล ฟิล (James R. Okey and Ronald L. Fiel, 1973) ได้กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควรมีด้วยกัน 10 ประการ คือ

1. การกำหนดตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะกำหนดลงไปว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระและอะไรเป็นตัวแปรตาม

2. การสร้างตารางข้อมูล หมายถึง ความสามารถที่จะสร้างตารางข้อมูลจากกราฟ หรือข้อความต่าง ๆ ที่ได้จากการวัดในการทดลองแต่ละครั้งได้อย่างถูกต้อง

3. การเขียนกราฟ หมายถึง ความสามารถที่จะเขียนกราฟได้จากคำอธิบายสั้น ๆ หรือจากตารางข้อมูลหรือจากการทดลอง

4. การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ หมายถึง ความสามารถที่จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟหรือข้อมูลที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

5. การรวบรวมและจัดกระทำข้อมูล หมายถึง ความสามารถที่จะดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล สร้างตารางข้อมูล เขียนกราฟและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้

6. การวิเคราะห์กระบวนการทำการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม การควบคุมตัวแปรภายนอกสำหรับการทดลองนั้น และการบ่งชี้สมมุติฐานที่จะทดสอบเมื่อได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองนั้น

7. การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง ความสามารถที่จะตั้งสมมุติฐานเมื่อกำหนดปัญหามาให้ซึ่งก่อน การตั้งสมมุติฐานจะต้องพิจารณาว่ามีตัวแปรอะไรบ้างเกี่ยวกับการทดลอง โดยจะต้องเลือกตัวแปรอิสระมาเพียงตัวเดียวแล้วจึงตั้งสมมุติฐานเพื่อทดสอบและควบคุมตัวแปรภายนอกให้หมด การตั้งสมมุติฐานนี้อาจจะได้แนวทางมาจากความจริง การลงความคิดเห็นหรือประสบการณ์ก็ได้

8. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึงความสามารถในการสร้างคำนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่างๆ ก็คือกำหนดลงไปว่าตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในการทดลองนั้นสามารถวัดได้อย่างไร

9. การออกแบบการทดลอง หมายถึง ความสามารถที่จะออกแบบการทดลองได้เมื่อกำหนดสมมุติฐานมาให้

10. การดำเนินการทดลอง หมายถึง ความสามารถที่จะออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองตามแผนเพื่อที่จะรวบรวมข้อมูลสำหรับพิสูจน์สมมุติฐานเมื่อกำหนดปัญหามาให้

สมาคม NAEP (The National Assessment of Educational Process)(Doran, 1978) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการทำงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 10 ทักษะ ดังนี้คือ

1. สามารถระบุปัญหาวิทยาศาสตร์ได้

2. สามารถบอกหรือทราบสมมุติฐานทางวิทยาศาสตร์ได้

3. สามารถเสนอหรือเลือกวิธีการที่เหมาะสมในด้านเหตุผลและการปฏิบัติได้

4. สามารถหาข้อมูลที่ต้องการได้

5. สามารถตีความหมายข้อมูลได้

6. สามารถตรวจสอบความถูกต้องอย่างมีเหตุผลของสมมุติฐาน กับกฎ ข้อเท็จจริง การสังเกตหรือการดำเนินการทดลอง

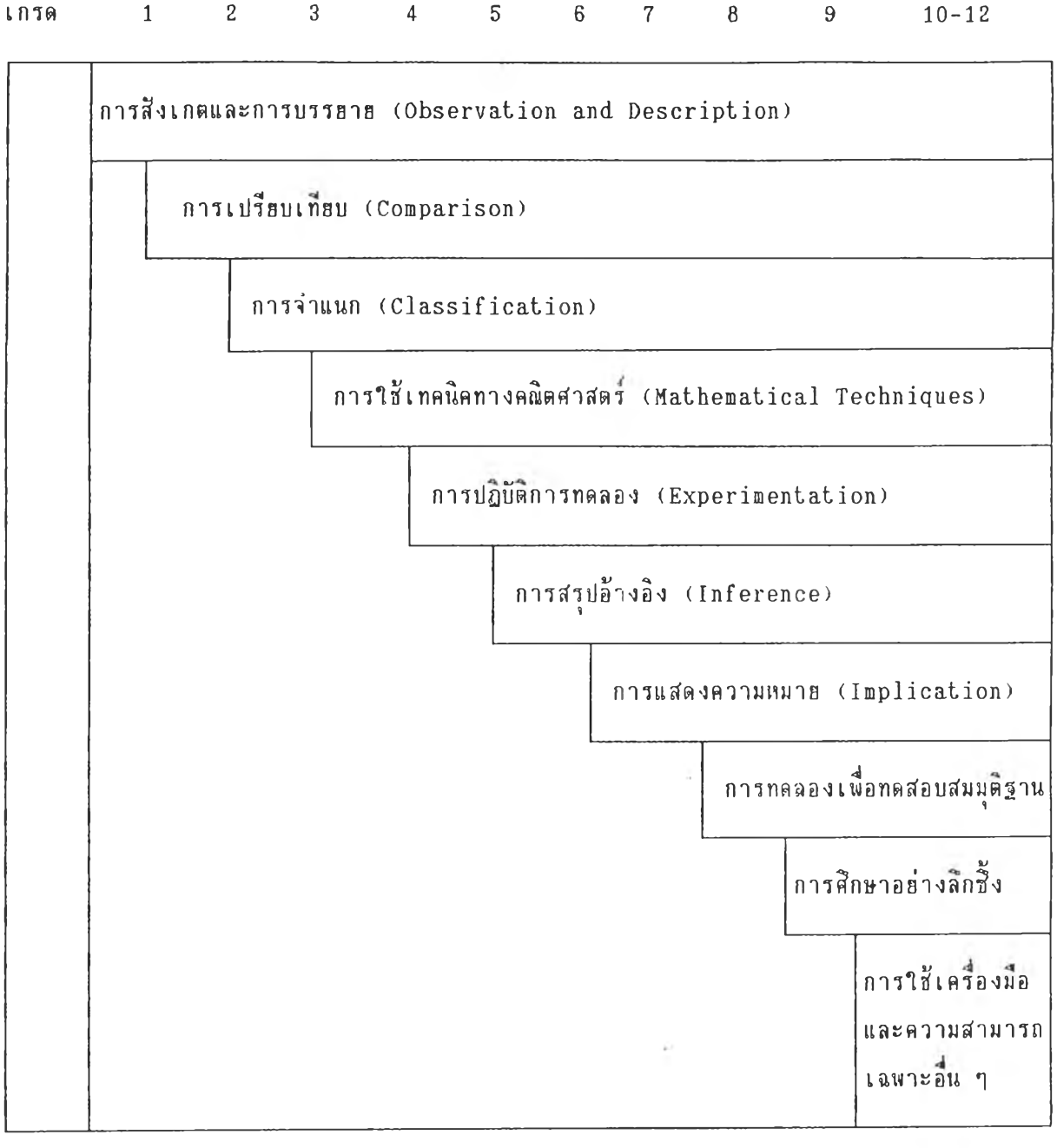
7. สามารถให้เหตุผลทั้งด้านปริมาณและสัญญลักษณ์ได้

8. สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง สมมุติฐาน และการลงความเห็น สิ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่ได้เกี่ยวข้อง และรูปแบบของสิ่งที่สังเกตได้

9. สามารถวิเคราะห์และวิจารณ์เอกสารทางวิทยาศาสตร์ได้

10. สามารถใช้กฎและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ทั้งสถานการณ์คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

โดนัลด์ ลันด์สตรอม และลอเรนซ์ โลเวอรี (Donald Lundstrom and Lawrence Lowery , 1978) ได้เสนอทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 10 ขั้น โดยสัมพันธ์กับระดับชั้นที่เรียนไว้ดังนี้



แผนภาพที่ 47 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 10 ขั้น สัมพันธ์กับชั้นเรียน
(Donald Lundstrom and Lawrence Lowery , 1978)

โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2529) ได้พิจารณาผลการเรียนที่ต้องการประเมินตามโปรแกรมเสริมในวิชาวิทยาศาสตร์เป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่ง คือ การประเมินในเรื่องความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การสำรวจปัญหา การค้นคว้าหาความรู้จากเอกสารต่าง ๆ อาจพิจารณาจาก

1.1 ความเอาใจใส่ ความขยันหมั่นเพียรในการค้นคว้าหาความรู้จากเอกสารอ้างอิงที่กำหนดให้ ตลอดจนการฟังบรรยายและการศึกษาดูงาน

1.2 ความสามารถในการสรุปใจความสำคัญของเรื่องต่าง ๆ จากเอกสารอ้างอิงที่กำหนดให้ การฟังบรรยายและการศึกษาดูงาน

1.3 ความสามารถในการร่วมอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ โดยใช้ความรู้จากเอกสารอ้างอิงที่กำหนดให้ การฟังการบรรยายและการศึกษาดูงาน

1.4 การค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่กำลังศึกษาอยู่

2. การมองเห็นปัญหา การรวบรวมปัญหา และการอภิปราย อาจพิจารณาจาก

2.1 ความสามารถในการสรุปและการรวบรวมปัญหาเป็นหมวดหมู่ ภายหลังจากการอ่านเอกสารอ้างอิงที่กำหนดให้แล้ว

2.2 ความสามารถในการอภิปรายปัญหาต่าง ๆ ที่รวบรวมไว้เพื่อค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา

2.3 ความสามารถในการบอกหรือระบุปัญหาต่าง ๆ ภายหลังจากการอ่านเรื่องราวจากเอกสารอ้างอิงที่กำหนดให้แล้ว

3. การตั้งสมมุติฐาน อาจพิจารณาจาก

3.1 ความสามารถในการใช้ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อตั้งสมมุติฐาน

3.2 ความครอบคลุมในประเด็นต่าง ๆ ของสมมุติฐานที่ตั้งไว้

4. การวางแผนและการออกแบบการทดลอง อาจพิจารณาจาก

4.1 ความสามารถในการกำหนดแผนงานเพื่อทดสอบสมมุติฐาน

4.2 ความสามารถในการกำหนดวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐาน

5. การเลือกและจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อใช้ในการทดลอง อาจพิจารณาจาก

5.1 ความสามารถในการเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองให้สอดคล้องกับวิธีการทดลองที่กำหนดไว้

5.2 ความสามารถในการประกอบอุปกรณ์เพื่อดำเนินการทดลอง

6. การดำเนินการทดลองและปรับปรุงวิธีการทดลอง อาจพิจารณาจาก

6.1 ความสามารถในการดำเนินการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ที่ประกอบได้นั้น

6.2 ความสามารถในการปรับปรุงและแก้ไขอุปกรณ์บางส่วนที่ชำรุดหรือขาดหายไป

6.3 ความสามารถในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้การทดลองไม่ได้ผล

6.4 ความสามารถในการปรับปรุงวิธีการทดลองได้อย่างเหมาะสม

7. การบันทึกผลการทดลองและการจัดกระทำข้อมูล อาจพิจารณาได้จาก

7.1 ความสามารถในการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้อย่างเหมาะสม

7.2 ความเหมาะสมในการจัดกระทำข้อมูลและนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสม เช่น เสนอเป็นตาราง แผนภูมหรือกราฟ เป็นต้น

8. การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า อาจพิจารณาจาก ความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาได้ทันเวลา และด้วยวิธีการที่เหมาะสม

9. การประหยัด อาจพิจารณาจาก

9.1 ความสามารถในการเลือกใช้วัสดุทดแทนของเดิมซึ่งชำรุด หรือมีข้อบกพร่องได้อย่างเหมาะสม

9.2 การใช้วัสดุสิ้นเปลืองต่าง ๆ อย่างประหยัดและคุ้มค่า

10. ความคิดสร้างสรรค์ อาจพิจารณาจาก การมีแนวคิดที่แปลกใหม่ คล่อง และยืดหยุ่น

11. ความเฉียบแหลมในการตอบ การถามปัญหาและการเสนอข้อคิดเห็น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตแล้ว ได้แก่

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอน ได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัดแล้ว ได้แก่

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภทแล้วได้แก่

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา สเปสของวัตถุหมายถึงที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติคือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งกับที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาได้แก่

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้ เช่น

-ระบุรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติได้

-เมื่อเห็นเงา(2 มิติ)ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ(3 มิติ)ที่เป็นต้นกำเนิดเงาได้

-เมื่อเห็นวัตถุ(3 มิติ)สามารถบอกเงา(2 มิติ)ที่จะเกิดขึ้นได้

-บอกรูปของรอยตัด(2 มิติ)ที่เกิดจากการตัดวัตถุ(3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วนได้

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุชนิดหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศทางใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆกับเวลาได้

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย หรืออื่นๆ สำหรับความสามารถที่แสดงว่ามีทักษะการคำนวณ ได้แก่

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.2 การคำนวณ ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีคำนวณได้

5.2.2 คิดคำนวณได้ถูกต้อง

5.2.3 แสดงวิธีคำนวณได้

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองหรือแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนและบรรยาย เป็นต้น สำหรับความสามารถที่แสดงว่ามีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ได้แก่

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลแล้ว ได้แก่ การอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยสรุป การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือการพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะด้านนี้แล้ว ได้แก่

8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

8.3 ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมุติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น(ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมุติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะในการตั้งสมมุติฐาน ได้แก่ การหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่มีอยู่ในสมมุติฐานที่ต้องการทดสอบ) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่ การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆให้สังเกตได้วัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดตัวแปร หมายถึงการชี้บ่ง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมุติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วได้แก่ การชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และ อื่น ๆ

สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่

1. ออกแบบการทดลองโดย

1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และ ตัวแปรที่ต้องควบคุม

1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

3. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การตีความหมายข้อมูลหมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่

1. การแปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

จะเห็นได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยทักษะด้านต่าง ๆหลายด้าน ซึ่งมีผู้เสนอไว้แตกต่างกันในการแยกจำนวนทักษะกระบวนการ แต่โดยส่วนใหญ่ทักษะที่สำคัญจะคล้ายคลึงกัน สำหรับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้ยึดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอไว้ข้างต้น

2.8 เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

2.8.1 ความหมาย องค์ประกอบ และการวัดเจตคติ

(1) ความหมายของคำว่า "เจตคติ"

เจตคติเป็นคำที่มีความหมายเดียวกับคำว่า ทัศนคติ หรือ เจตนคติ ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า "Attitude"

เจตคติเป็นนามธรรม เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีอยู่ภายในของบุคคลแต่ละคนเป็นลักษณะภายในที่จะผลักดันให้เกิดพฤติกรรมต่าง ๆ หรือเป็นตัวการสำคัญอันหนึ่งที่เป็นเครื่องกำหนดพฤติกรรมของบุคคล เพราะคนเราโดยทั่วไปมักจะแสดงพฤติกรรมไปตามเจตคติที่ตนมีอยู่จากการศึกษาค้นคว้าของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านทำให้เกิดแนวคิดแตกต่างกันออกไปตามความคิดเห็นของตนเอง ซึ่งส่วนใหญ่ให้ความหมายเจตคติเป็นเรื่องของจิตใจเป็นลักษณะของความรู้สึก ได้แก่

เฟอร์กูสัน (Ferguson, 1952) กล่าวว่า เจตคติเป็นการแสดงออกของความเชื่อว่าอะไรถูก อะไรผิด ชอบหรือไม่ชอบ ยอมรับหรือปฏิเสธ

กูด (Good, 1959) ได้ให้ความหมายว่า เจตคติคือความพร้อมที่จะแสดงออกในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง อาจเป็นการเข้าหาหรือหนีหรือต่อต้านบุคคล สภาวะการณ์บางอย่างหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น รัก เกลียด กลัว ไม่พอใจต่อสิ่งนั้น

แมคโดนัลด์ (McDonald, 1959) กล่าวว่า เจตคติคือความโน้มเอียงที่จะแสดงพฤติกรรมในทางใดทางหนึ่งหรือคือสภาวะความพร้อมที่จะแสดงพฤติกรรมออกมาในทางใดทางหนึ่ง

เคอร์ลิงเจอร์ (Kerlinger, 1966) ให้ความหมายว่า เจตคติ คือ ความเอนเอียงทางความคิด ความรู้สึก การรับรู้ และแสดงพฤติกรรมตอบต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งเช่น ถ้ามีเจตคติที่ไม่ดีต่อคนใดคนหนึ่งก็อาจแสดงเป็นศัตรูหรือมุ่งร้ายต่อผู้นั้น

เธอร์สโตน (Thurstone, 1967) กล่าวว่า เจตคติเป็นเรื่องของความชอบความไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึก และความเชื่อมั่นต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ฮิลการ์ด (Hilgard,1968) กล่าวว่า เจตคติคือพฤติกรรมหรือความรู้สึกครั้งแรกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางเข้าหาหรือหนีออกห่าง และเป็นความพร้อมที่จะตอบสนองในครั้งต่อ ๆไปในทางที่เอนเอียงไปในลักษณะเดิมเมื่อพบกับสิ่งดังกล่าวนั้นอีก

อนาสตาซี (Anastasi, 1976) กล่าวว่า เจตคติคือความโน้มเอียงที่จะแสดงออกทางชอบหรือไม่ชอบสิ่งต่าง ๆ เช่น เชื้อชาติ ขนบธรรมเนียมประเพณี หรือสถาบันต่าง ๆ เจตคติไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงแต่สามารถสรุปพาดพิงจากพฤติกรรมภายนอกทั้งที่ต้องใช้ภาษาและไม่ใช้ภาษา

กาเย (Gagne, 1977) ได้ให้ความหมายว่า เจตคติ คือ สภาวะความพร้อมของจิตและประสาทอันเกิดจากประสบการณ์ ซึ่งเป็นตัวกำหนดทิศทางตอบสนองของบุคคลที่มีต่อวัตถุหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

สำหรับนักการศึกษาของไทยก็ได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ดังนี้

กมล สุดประเสริฐ (2516) กล่าวว่า เจตคติเป็นส่วนหนึ่งของบุคลิกภาพ เจตคติเป็นความรู้สึกนึกคิดที่มีอยู่ในตัวคนและความรู้สึกนี้ทำให้คนคิดนึก รู้สึกและแสดงออกเมื่อเห็นสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทุกคนมีเจตคติต่อสิ่งที่ตนเห็น

สมบูรณ์ ชิตพงษ์ (2519) ได้ให้ความหมายว่า เจตคติหมายถึง ท่าที ความคิดเห็น ความรู้สึกเอนเอียงทางจิตใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ภายหลังจากการที่บุคคลได้มีประสบการณ์ในสิ่งนั้น พฤติกรรมเช่นนี้อาจไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถสังเกตและวัดได้จากพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกต่อสิ่งนั้น โดยแสดงออกให้เห็นได้ในลักษณะความเชื่อ ท่าทาง ความคิดเห็น

พรรณี ชูทัย (2522) กล่าวถึงเจตคติว่าเป็นเรื่องของความรู้สึกทั้งที่พอใจและไม่พอใจที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งมีอิทธิพลทำให้แต่ละคนสนองตอบต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันออกไป

สุภาพ วาดเขียน (2525) ได้อธิบายความหมายของเจตคติไว้ดังนี้ "เจตคติเป็นขบวนการทางความคิดที่สะสมต่อเนื่องกันในเชิงศักยภาพของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งและพร้อมที่จะแสดงออกเป็นพฤติกรรม เมื่อถึงโอกาสที่จะกระทำการหรือกระทำกิจกรรมนั้น ๆ ตามวัตถุประสงค์

ธุพิน พินิธกุล (2527) กล่าวว่า เจตคติหมายถึงความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าอันเป็นสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น บุคลล วัตถุ เหตุการณ์ ซึ่งความรู้สึกนี้อาจจะเป็นไปได้ทั้งทางบวกหรือทางลบ

บุญเรือง ขจรศิลป์ (2530) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า เจตคติหมายถึงสภาพการแสดงออกถึงจิตใจในการตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ความรู้สึกชอบ ไม่ชอบ ความรู้สึกหรือความเชื่อในเรื่องต่าง ๆ

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2532) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า เจตคติเป็นกิริยาท่าทาง ความรู้สึกรวม ๆ ของบุคคล ที่เกิดจากความพร้อม หรือความโน้มเอียงของจิตหรือประสาท ซึ่งแสดงออกเพื่อโต้ตอบต่อสิ่งเร้าสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยจะแสดงออกในทางสนับสนุน เห็นดีเห็นชอบ หรือต่อต้าน ไม่เห็นดี ไม่เห็นชอบด้วยก็ได้

อุทุมพร จามรมาน (2532) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึงสภาวะทางจิตและทางสมองที่พร้อมจะแสดงพฤติกรรมต่อวัตถุหรือเหตุการณ์ สภาวะทางจิตและสมองนี้ได้รับอิทธิพลมาจากประสบการณ์ที่ผ่านมาให้แสดงอาการมากหรือน้อย บวกหรือลบต่อวัตถุ เหตการณ์ คำพูด สัญญลักษณ์ คน

จากความหมายที่กล่าวมาทั้งหมดพอสรุปได้ว่า เจตคติเป็นสภาพทางจิตใจด้านความรู้สึกที่มีต่อบุคคล สภาพการณ์ หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยเกิดจากประสบการณ์และการเรียนรู้ ซึ่งแสดงออกมาให้เห็นเป็นพฤติกรรมต่าง ๆ เช่น ลักษณะท่าทาง ความคิดเห็น ความรู้สึกที่จะตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งทั้งในทางบวก(ด้านดี) และทางลบ (ด้านไม่ดี)

(2) ความหมายของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

การ์ดเนอร์ (Gardner 1975) ได้อธิบายว่า เจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มี 2 ความหมายคือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (Attitude towards Science) เจตคติทั้ง 2 ประการจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันในตัวบุคคล เมื่อเขาได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่เป็นการแสดงออกของเจตคติที่แตกต่างกัน เจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในลักษณะของความรู้และความเชื่อในหลักการของวิทยาศาสตร์ส่วนเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในความรู้สึกความชอบ ไม่ชอบ ความนิยม ของบุคคลที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

จากความหมายของเจตคติที่กล่าวไว้ข้างต้นและความหมายที่การ์ดเนอร์อธิบายไว้จึงพอจะสรุปได้ว่าเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง สภาพทางจิตใจด้านความรู้สึกที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยเกิดจากประสบการณ์และการเรียนรู้ ซึ่งแสดงออกมาให้เห็นเป็นพฤติกรรมต่าง ๆ เช่น ลักษณะท่าทาง ความคิดเห็น ความรู้สึกที่จะตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งทั้งในทางบวก(ชอบ) และทางลบ (ไม่ชอบ)

(3) องค์ประกอบของเจตคติ

ได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้เสนอองค์ประกอบของเจตคติไว้ดังนี้

ธีระพร อุวรรณโณ (2528) ได้เสนอว่า เจตคติมีองค์ประกอบเดียว คือ อารมณ์ความรู้สึกในทางชอบหรือไม่ชอบ ดังนั้นเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งจึงหมายถึงผลการประเมินค่าสิ่งนั้นในทางบวกหรือทางลบโดยตรง

อุทุมพร จามรมาน (2532) กล่าวว่า เจตคติประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ (ก) ความคิด ความรู้ ความเชื่อเกี่ยวกับสิ่งนั้น (ข) ความรู้สึก ผลการประเมินอารมณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นและ (ค) แนวโน้มของการแสดงพฤติกรรม อาการ ปฏิกิริยาต่อวัตถุ เหตุการณ์ คนหรือสิ่งของ

แมคไกร์ (McGuire, 1969) กล่าวว่า เจตคติประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐาน 3 ประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

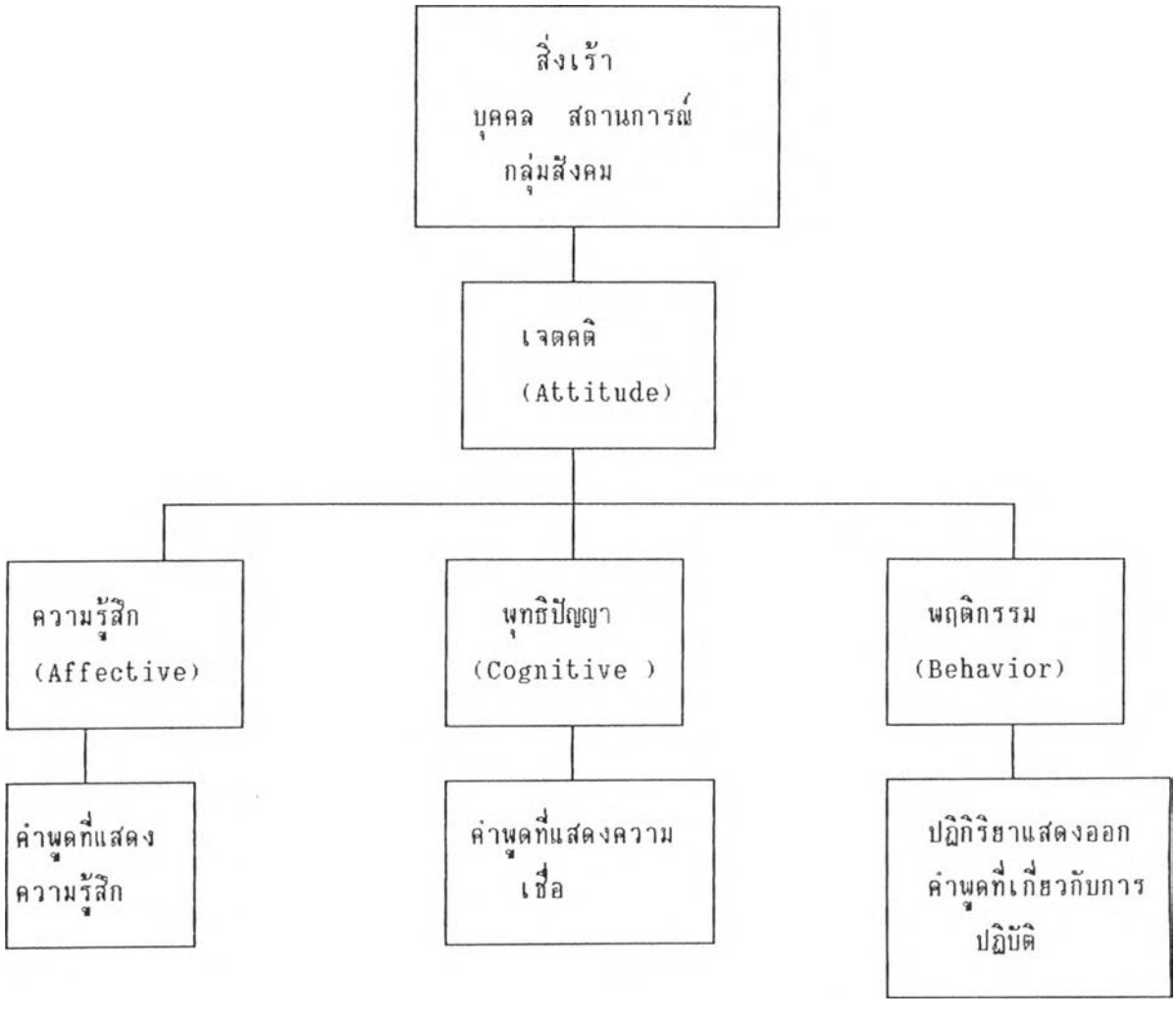
(1) องค์ประกอบด้านปัญญา (Cognitive Component) ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มนุษย์ใช้ในการคิด ตอบสนอง รับรู้และวินิจฉัยข้อมูลต่างๆที่ได้รับ จึงมีผลทำให้เกิดเจตคติและความสามารถ บอกได้ว่าสนใจหรือไม่สนใจ ชอบหรือไม่ชอบ เป็นต้น

(2) องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective Component) เป็นลักษณะทางอารมณ์ของแต่ละบุคคลที่แสดงออกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เจตคติจะแสดงออกในรูปของ ความรัก ความโกรธ ความเกลียดชัง ความพอใจและไม่พอใจในสิ่งต่าง ๆ เป็นต้น

(3) องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) คือความพร้อมหรือแนวโน้มที่จะกระทำอันเป็นผลเนื่องมาจากความคิดและความรู้สึก ซึ่งแสดงออกมาในรูปของพฤติกรรมซึ่งปฏิบัติโดยการยอมรับหรือปฏิเสธหรือเฉย ๆ และเป็นการกระทำที่สามารถสังเกตเห็นได้

องค์ประกอบทั้ง 3 ประการนี้ต่างมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน โดยองค์ประกอบด้านปัญญาเป็นขั้นพื้นฐานของเจตคติที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกและความรู้สึกจะมีผลกระทบต่อการแสดงออกของบุคคลและจากความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้ง 3 ด้านนี้

ไทรแอนดิส (Triandis, 1973)ได้สรุปองค์ประกอบของเจตคติเป็นแผนภาพได้ดังนี้



แผนภาพที่ 48 แสดงองค์ประกอบของเจตคติ

2.8.2 การวัดเจตคติ

สกอตต์ (Scott,1968) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาเพื่อสร้างเครื่องมือวัดเจตคติไว้ว่า การจะสร้างเครื่องมือวัดเจตคตินั้นจำเป็นต้องศึกษาถึงลักษณะของเจตคติ ซึ่งสรุปได้ว่า

1. ทิศทางของเจตคติ (Direction) เจตคติแสดงออกได้ 2 ทิศทางคือ

1.1 เจตคติทางบวก (Positive) เป็นความโน้มเอียงของอารมณ์ซึ่งมีความพึงพอใจ คล้อยตาม ชอบ หรือเห็นด้วย ซึ่งจะทำให้บุคคลนั้นแสดงพฤติกรรมออกมาในลักษณะที่ดีต่อสิ่งนั้น ๆ

1.2 เจตคติทางลบ (Negative) เป็นความโน้มเอียงของอารมณ์ซึ่งมีความไม่พอใจ ต่อต้าน เกลียด ไม่คล้อยตาม ซึ่งจะทำให้บุคคลเกิดความเบื่อหน่ายและแสดงพฤติกรรมออกมาในลักษณะที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้น ๆ

2. ระดับของเจตคติ (Magnitude) หมายถึง การที่บุคคลแสดงความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในลักษณะผิวเผินหรือลึกซึ้ง ซึ่งเจตคติระดับผิวเผินนั้นจะเปลี่ยนแปลงได้ง่าย แต่ถ้าเป็นเจตคติระดับลึกซึ้งจะติดตรึงอยู่ในจิตใจและเปลี่ยนแปลงยาก

3. ความเข้มของเจตคติ (Intensive) หมายถึง ปริมาณของความรู้สึกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งว่ามากหรือน้อยเพียงใด

ส่วน บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2532) ได้กล่าวถึงการวัดเจตคติ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. เนื้อหา (Content) เนื้อหาหรือสิ่งเร้าเป็นสิ่งจำเป็นอันดับแรกสำหรับการวัดเจตคติสิ่งเร้าจะเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงกิริยาท่าทีออกมา ซึ่งสิ่งเร้านี้จะต้องมีการกำหนดให้แน่นอน และเป็นตัวแทนของเจตคติที่ต้องการวัดด้วย

2. ทิศทาง (Direction) การวัดเจตคติโดยทั่วไปจะกำหนดทิศทางเป็นเส้นตรงที่ต่อเนื่องกันในลักษณะเป็นซ้าย-ขวา หรือ บวกกับลบ

3.ความเข้ม (Intensive) คือ กิริยาท่าทีหรือความรู้สึกที่แสดงออกต่อสิ่งเร้านั้นในปริมาณมากหรือน้อย แตกต่างกัน

จากการที่ได้ศึกษาองค์ประกอบที่สำคัญของเจตคติไปแล้ว ทำให้มีผู้คิดสร้างเครื่องมือวัดเจตคติ ซึ่งโดยทั่วไปประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นข้อความ ซึ่งเรียกว่า ข้อความวัดเจตคติ (Statement Attitude) และส่วนที่เป็นคำตอบ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า ซึ่งรวมเรียกว่า มาตราวัดเจตคติ (Attitude Scale) มาตราวัดเจตคติที่นิยมและรู้จักกันอย่างแพร่หลายมี 4 ชนิด ได้แก่ มาตราวัดเจตคติแบบของเธอร์สโตน มาตราวัดเจตคติแบบของลิเคอร์ท มาตราวัดเจตคติแบบของกัตต์แมน และมาตราวัดเจตคติแบบของออสกูด มาตราวัดทั้ง 4 ชนิดนี้มี

คุณภาพในลักษณะแตกต่างกัน นอกจากนั้นยังมีข้อจำกัดและการนำไปใช้แตกต่างกัน

สำหรับการสร้างมาตราวัดเจตคติทั้ง 4 แบบที่กล่าวมานั้นมีหลักเกณฑ์ในการสร้าง พอสรุปได้ดังนี้ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ ,2532)

1. มาตราวัดเจตคติแบบของเธอร์สโตน (Thurstone 's Type Scale) มาตรานี้มีชื่อเรียกหลายอย่างเช่น Psychological Scale, Priori Approach,Judgement Method, Equal Appearing Interval เป็นต้น การสร้างและพัฒนามีขั้นตอนดังนี้

1.1 กำหนดโครงสร้างของเจตคติที่ต้องการวัด และสร้างข้อความวัดเจตคติตามหลักการสร้างข้อความวัดเจตคติ โดยพยายามสร้างข้อความวัดเจตคติ ตามโครงสร้างของเจตคติที่กำหนดนั้นให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ มีบางตำรากล่าวว่า ควรมากกว่า 100 ข้อความ ส่วนเธอร์สโตนใช้ถึง 130 ข้อความ

1.2 นำข้อความที่สร้างขึ้นทั้งหมดไปให้คณะบุคคลตัดสินว่าข้อความนั้นควรอยู่ในมาตราใดระหว่าง A ถึง K หรือ 1 ถึง 11 ถ้าให้ K หรือ 11 หมายความว่า เห็นด้วยมากที่สุดและลดน้อยลงตามลำดับของความรู้สึกเห็นด้วยจนมีความรู้สึกเฉย ๆ หรือไม่แน่ใจจะให้ F หรือ 6 จากนั้นจะเป็นความรู้สึกไม่เห็นด้วยจะให้ E หรือ 5 และลดน้อยลงตามลำดับของความรู้สึกที่ไม่เห็นด้วยจนถึง A หรือ 1เป็นความรู้สึกไม่เห็นด้วยมากที่สุด ดังนี้

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไม่แน่ใจ เห็นด้วยอย่างยิ่ง

การตัดสินใจแต่ละข้อความของคณะบุคคลต้องเป็นอิสระซึ่งกันและกัน และจะต้องเป็นการตัดสินใจว่าควรจะอยู่ในมาตราใด มิใช่เป็นการวัดเจตคติของคณะบุคคลที่ตัดสิน ส่วนจำนวนคณะผู้ตัดสินเธอร์สโตนเสนอแนะว่าควรมีจำนวน 100 คนขึ้นไป แต่จากการศึกษาระยะหลัง ๆ ใช้คณะผู้ตัดสินเพียง 50 คน ค่าคะแนนมาตราวัดที่ได้ก็เชื่อถือได้เช่นเดียวกับใช้ 100 คน ขึ้นไป ฉะนั้นในทางปฏิบัติ คณะบุคคลที่ใช้ในการตัดสินจึงใช้ประมาณ 50 คน เพื่อความสะดวก ลดแรงงาน และ เวลาในการตัดสินข้อความ รวมทั้งการคำนวณหาค่าคะแนนมาตราวัด (Scale Value) และค่าคะแนนความแปรปรวนของคะแนนมาตราวัด (Q-Value) อีกด้วย

1.3 นำผลการตัดสินมาแจกแจงความถี่ (f) และความถี่สะสม (cuf) ของแต่ละข้อความ

1.4 จากความถี่และความถี่สะสมที่ได้จากข้อ 1.3 นำไปคำนวณค่ามาตราวัด (Scale Value) ดังนี้

1.4.1 การคำนวณค่ามาตราวัด ค่ามาตราวัด (Scale Value =S) นี้เป็นค่ามัธยฐานของผลการตัดสินที่มีผู้ตัดสินครึ่งหนึ่งเลือกมากกว่าและอีกครึ่งหนึ่งเลือกน้อยกว่าค่านั้น ซึ่งเป็น ระดับความเข้มของข้อความประจำประจำข้อนั้น หรือคะแนนของข้อความนั้น การคำนวณก็ใช้วิธีการคำนวณหาค่ามัธยฐานที่ข้อมูลเป็นแบบแจกแจงความถี่ ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$S = L_o + \frac{N/2 - f_1}{f_2}$$

เมื่อ S = ค่ามาตราวัดหรือคะแนนเจตคติของข้อความนั้น

L_o = ขีดจำกัดล่างของคะแนนในชั้นหรือกลุ่มที่มัธยฐานอยู่

N = จำนวนคณะบุคคลที่ตัดสิน

f_1 = ความถี่สะสมของชั้นก่อนที่จะถึงชั้นที่มีมัธยฐานอยู่

f_2 = ความถี่สะสมของชั้นที่มีมัธยฐานอยู่

1.4.2 การคำนวณค่าความแปรปรวนของมาตราวัด ค่าความแปรปรวนของมาตราวัดเป็นค่า Interquartile Range ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$Q_3 - Q_1$$

เมื่อ Q_3 = ค่าควอไทล์ที่ 3 หรือ เปอร์เซนไตล์ที่ 75

Q_1 = ค่าควอไทล์ที่ 1 หรือ เปอร์เซนไตล์ที่ 25

1.5 การคัดเลือกข้อความ นำค่า Q ของแต่ละข้อความมาเรียงลำดับจากน้อยไปมาก แล้วเลือกข้อความที่มีค่า Q น้อย ๆ ไว้ตามลำดับ โดยให้ได้ค่า S ของข้อความที่เลือกกระจายในทุกช่วงตั้งแต่ 1-11 ในแต่ละช่วงเลือกไว้จำนวนเท่า ๆ กัน อย่างน้อย 2 ข้อ ถ้าช่วงใดมีข้อความเกินกว่าที่ต้องการ ให้เลือกข้อความที่มีค่า Q น้อยไว้ ทั้งนี้เพราะข้อความที่มีค่า Q มากจะมีความชัดเจนน้อยกว่า กล่าวคือ ข้อความที่ไม่ชัดเจนมีความคลุมเครือ คณะผู้ตัดสินจะเลือกกระจายต่าง ๆ กันทำให้ค่า Q ห่างกัน

1.6 การนำไปใช้ นำข้อความที่คัดเลือกไว้ไปจัดพิมพ์รวมกันไว้ โดยเรียงให้คละกันมิใช่เรียงตามความมากน้อยของค่า S หรือ ค่าQ จากนั้นนำไปให้กลุ่มตัวอย่างตอบ ถ้าเลือกไว้ช่วงละ 2 ข้อ จะทำให้กลุ่มตัวอย่างเลือกตอบข้อความที่เห็นด้วยมากที่สุดเพียง 2 ข้อ นอกนั้นไม่ต้องตอบ แต่ถ้าเลือกไว้ช่วงละ 4 ข้อ ก็จะให้เลือกตอบข้อความที่เห็นด้วยมากที่สุด 4 ข้อ เลือกข้อใดก็ให้คะแนนเท่ากับค่า S ของข้อความนั้น นำคะแนนแต่ละข้อรวมกันเป็นคะแนนเจตคติของผู้นั้น และถ้าเอาจำนวนข้อที่ให้เลือกมาหารจะเป็นคะแนนเจตคติเฉลี่ย ซึ่งจะแสดงทิศทางและความเข้มของเจตคติที่ต้องการวัด กล่าวคือ ค่า S เป็นปริมาณความเข้มของเจตคติ และถ้ามากกว่า 6 แสดงว่ามีเจตคติในทางบวก แต่ถ้าน้อยกว่า 6 จะมีเจตคติทางลบ

มาตราวัดเจตคติตามแบบของเธอร์สโตนนี้ได้รับการวิพากวิจารณ์ในประเด็นสำคัญ 3 ประการคือ

1.การตัดสินข้อความของคณะบุคคลที่ใช้การตัดสินด้วยการให้เลือกว่า ข้อความนั้นควรอยู่ในมาตราวัดใด มิใช่เป็นการให้คณะบุคคลที่ตัดสินนั้นประเมินเจตคติของตนต่อเรื่องนั้นซึ่งเป็นการทำได้ยากมากที่จะไม่ให้คณะบุคคลที่ตัดสินมีส่วนในการตัดสินใจด้วย

2.ความเป็นอิสระในการตัดสินแต่ละข้อความทำได้ยาก เนื่องจากต้องอ่านข้อความทุกข้อในเวลาใกล้เคียงกัน ฉะนั้นผู้ตัดสินจึงหลีกเลี่ยงที่จะเปรียบเทียบข้อความวัดเจตคติที่ให้ตัดสินซึ่งกันและกันไม่ได้

3.เนื่องจากความแตกต่างกันระหว่างบุคคล การให้คะแนนมาตราวัดเท่ากันOทุกคนที่ตอบเห็นด้วยจึงไม่ค่อยถูกต้องมากนัก เพราะบางคนก็เห็นด้วยกับเรื่องนั้นน้อย แต่บางคนก็เห็นด้วยกับเรื่องนั้นมาก

2.มาตราวัดเจตคติแบบของลิเคอร์ท (Likert Scale) มาตราวัดนี้มีเรียกหลายชื่อเหมือนกัน เช่น Sigma Scale , Method of Summated Rating , Likert Type Scale เป็นต้น การสร้างมาตราวัดแบบของลิเคอร์ทนี้มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ลักษณะการกระจายของเจตคติมีการแจกแจงเป็นแบบปกติ (Normal Curve) จากข้อตกลงนี้ลิเคอร์ทได้ใช้เป็นหลักหาค่า S ของคะแนนของมาตราวัดโดยนำไปทดลองกับกลุ่มที่ต้องการวัด ไม่ต้องให้คณะบุคคลตัดสินเหมือนแบบของเธอร์สโตน และจากการศึกษาต่อไปลิเคอร์ทพบอีกว่าค่า S ที่หาจากการใช้ Normal Deviate กับการกำหนดแบบให้ค่าคะแนนมาตราโดย แต่ละมาตราวัดห่างเท่ากันเป็น 0,1,2,3,4 สำหรับข้อความวัดเจตคติที่เป็นลบ (Negative or unfavourable) และเป็น 4,3,2,1,0 สำหรับข้อความวัดเจตคติที่เป็นบวก (Positive or favourable) นั้นได้ผลไม่แตกต่างกัน ซึ่งพบว่าค่าสหสัมพันธ์สูงถึง 0.99

มาตราวัดเจตคติแบบของลิเคอร์ทนี้สามารถใช้วัดเจตคติได้อย่างกว้างขวางกว่าแบบอื่น ๆ และสามารถวัดเจตคติได้เกือบทุกเรื่อง ยิ่งกว่านั้นมักจะมีค่าความเที่ยงสูงกว่าแบบอื่นอีกด้วยแต่ก็มีข้อจำกัดเช่นเดียวกับของเธอร์สโตนดังกล่าวแล้ว

มาตราวัดเจตคติแบบของลิเคอร์ทมีวิธีการสร้างและพัฒนาดังนี้

2.1 กำหนดโครงสร้างของเจตคติที่ต้องการวัดตามหลักการสร้างข้อความวัดเจตคติดังกล่าวแล้วเช่นเดียวกับแบบของเธอร์สโตน ต้องพยายามกำหนดโครงสร้างของเจตคติที่ต้องการวัดให้แน่นอนชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัดทั้งหมดซึ่งเป็นการพัฒนาให้แบบวัดเจตคติมีความตรงตามเนื้อหา

2.2 สร้างข้อความวัดเจตคติขึ้นตามโครงสร้างที่กำหนด เพื่อสะดวกในการสร้างอาจจะรวบรวมข้อความเกี่ยวกับเจตคติในเรื่องนั้นจากเอกสาร หนังสือ ตำรา หนังสือพิมพ์ นิตยสาร หรือจะส่งแบบสอบถามเปิดไปให้กลุ่มตัวอย่างตอบมาให้แล้วคัดเลือกจากคำตอบมาสร้างเป็นข้อความวัดเจตคติก็ได้ จำนวนข้อความที่สร้างจะมีมากน้อยเท่าใดนั้น ถือหลักว่าครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัดตามโครงสร้างของเจตคติที่กำหนดเป็นสำคัญ และควรจะมีข้อความที่เป็นบวกและเป็นลบคละกันในจำนวนพอ ๆ กัน

2.3 กำหนดมาตราวัดให้แต่ละข้อความโดยให้เป็น 5 มาตราวัดจากเห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง และให้คะแนนมาตราวัดโดยยึดหลักดังนี้

2.3.1 ข้อความวัดเจตคติที่สนับสนุนหรือที่มีลักษณะเป็นบวก ต่อเรื่องที่ต้องการวัดจะให้คะแนน 4,3,2,1,0 (หรือ 5,4,3,2,1) จากเห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งเรียงตามลำดับ

2.3.2 ข้อความวัดเจตคติที่ต่อต้านหรือมีลักษณะเป็นลบต่อเรื่องที่ต้องการวัดจะให้คะแนน 0,1,2,3,4, (หรือ 1,2,3,4,5) จากเห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งเรียงตามลำดับ

2.3 นำข้อความวัดเจตคติที่สร้างทั้งหมดรวมเป็นแบบวัดให้คละกันไปแล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้จริง จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองไม่ควรจะน้อยกว่า 40 คน

2.4 นำผลการทดลองใช้มาวิเคราะห์แต่ละข้อความเพื่อหาอำนาจจำแนกของแต่ละข้อความดังนี้

2.4.1 นำผลการทดลองใช้มาตรวจให้คะแนนตามที่กำหนดในข้อ 2.3 รวมคะแนนที่ได้ของแต่ละคน

2.4.2 นำคะแนนรวมแต่ละคนมาเรียงกันจากมากไปน้อยหรือจากน้อยไปมากก็ได้

2.4.3 คัดเลือกผู้ที่ได้คะแนนสูง 1 ใน 4 (ร้อยละ 25) และผู้ที่ได้คะแนนต่ำ 1ใน 4 (ร้อยละ 25) ให้เป็นตัวแทนของกลุ่มที่ใช้ทดลอง

2.4.4 นำผลการตอบของผู้ที่ได้คะแนนสูงและได้คะแนนต่ำจากข้อ 2.4.3 มาหาจำนวนผู้เลือกตอบในแต่ละมาตรวัด แยกเป็นกลุ่มสูง (ผู้ได้คะแนนสูง 1 ใน 4) และกลุ่มต่ำ (ผู้ได้คะแนนต่ำ 1 ใน 4)

2.4.5 จากนั้นหาคะแนนเฉลี่ย (mean)และความแปรปรวนของคะแนน (variance) แต่ละข้อในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำด้วย t-test ตามสูตร

$$t = \frac{\overline{X}_H - \overline{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}} \qquad \text{----------(1)}$$

เมื่อ $\overline{X_H}$ = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\overline{X_L}$ = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S_H^2 = ความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มสูง

S_L^2 = ความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มต่ำ

n_H = จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูง (1 ใน 4 ของผู้ตอบทั้งหมด)

n_L = จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำ (1 ใน 4 ของผู้ตอบทั้งหมด)

ในที่นี้ $n_H = n_L$ เนื่องจากเป็นจำนวนของผู้ตอบ 1 ใน 4 เท่ากันฉะนั้นจึงกำหนดให้ $n_H = n_L = n$

สูตรหาค่าความแปรปรวนของคะแนนเมื่อข้อมูลแจกแจงความถี่โดยทั่วไปคือ

$$S^2 = \frac{n\Sigma fX^2 - (\Sigma fX)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อแทนค่า $n_H = n_L = n$ และ S^2 ในสูตร 1 จะได้สูตร 2 ซึ่งเป็นสูตรที่ใช้ในการคำนวณได้ง่ายขึ้นดังนี้

$$t = \frac{\overline{X}_H - \overline{X}_L}{\sqrt{\frac{\{n \Sigma fX_H - (\Sigma fX_H)^2\} + \{n\Sigma fX_L - (\Sigma fX_L)^2\}}{n^2 (n-1)}}} \quad \text{--------(2)}$$

2.4.6 คัดเลือกข้อความที่มีคุณภาพโดยพิจารณาจากค่า t ที่คำนวณได้ ถ้าค่า t ที่คำนวณได้ของข้อความใดมากกว่า ค่า t ในตารางที่ระดับนัยสำคัญ (α)= 0.5 แสดงว่า ข้อความนั้นมีอำนาจจำแนกใช้ได้ สามารถแยกเจตคติของผู้ที่เห็นด้วยกับไม่เห็นด้วยออกจากกันได้ หรืออีกนัยหนึ่งผู้ที่ตอบว่าเห็นด้วยหมายความว่าเห็นด้วยจริง ๆ แต่ถ้าข้อความใดได้ ค่า t น้อยกว่าค่า t ในตารางก็แปลความหมายในทางตรงกันข้ามกับเมื่อค่า t มีค่ามากกว่าค่า t ในตารางดังกล่าวแล้วฉะนั้นในการคัดเลือกข้อความที่จะนำไปใช้จริง จึงต้องเลือกเอาข้อความที่มีค่า t ที่คำนวณได้มากกว่าค่า tในตาราง ซึ่งถ้าหากนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างประมาณ 80 คน แล้วค่า t ที่คำนวณได้จะต้องมากกว่า 2.0 ขึ้นไป จึงจะถือว่าเป็นข้อความที่สามารถวัดเจตคติได้

2.4.7 หาค่าความเที่ยงของแบบวัดเจตคติ เมื่อคัดเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกได้แล้ว รวมเข้าเป็นแบบวัดหนึ่งชุด โดยเรียงข้อความให้คละกันไป จากนั้นนำผลการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเดิมมาตรวจให้คะแนนใหม่ แล้วนำผลไปหาค่าความเที่ยงแบบความคงที่ภายในด้วยวิธีการแบ่งครึ่งหรือวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟ่า

3. มาตราวัดเจตคติแบบของกัตต์แมน (Guttman Scale) การวัดเจตคติตามวิธีการของกัตต์แมน (Louis H. Guttman, 1944) นั้น หากพิจารณาให้ดีแล้วจะเห็นว่ามิใช่เป็นวิธีการสร้างหรือพัฒนามาตราวัดเจตคติ แต่เป็นวิธีการประเมินชุดของข้อความวัดเจตคติที่สร้างขึ้นซึ่งกัตต์แมนเรียกวิธีการของเขาว่าเป็นการวิเคราะห์มาตราส่วน (Scalogram Analysis)วิธีการนี้พยายามที่จะหาชุดของข้อความวัดเจตคติที่มีลักษณะเป็นมาตรวัดได้ (Scalable) กล่าวคือ ในชุดของข้อความวัดเจตคติหนึ่ง ๆ นั้น ถ้าหากผู้ตอบเห็นด้วยกับข้อความ 2 แล้ว เขาจะต้องเห็นด้วยกับข้อความ 1 มาก่อน และถ้าเห็นด้วยกับข้อความ 3 ก็ต้องเห็นด้วยกับข้อความ 2 และข้อความ 1 มาก่อน ในลักษณะเรื่อย ๆ ไป ฉะนั้นการวัดเจตคติในลักษณะนี้จึงสามารถเห็นแบบแผน (Pattern) ของเจตคติที่มีต่อเรื่องนั้นของกลุ่มบุคคลที่วัดได้อีกด้วย

การที่จะรู้ว่าชุดของข้อความวัดเจตคติที่สร้างขึ้นนั้นมีลักษณะเป็นมาตราวัดได้หรือไม่เพียงใดนั้น ต้องใช้วิธีการวิเคราะห์มาตราส่วนเพื่อหาสัมประสิทธิ์ของอำนาจการถ่ายแบบ (Coefficient of Reproductivity) ซึ่งมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ ดังนี้

3.1 กำหนดโครงสร้างของเจตคติที่ต้องการวัดให้ชัดเจน แยกเป็นโครงสร้างใหญ่ ๆ และที่สำคัญเท่านั้น ซึ่งจะเป็นตัวแทนของเจตคติทั้งหมดต่อเรื่องนั้น

3.2 สร้างข้อความวัดเจตคติขึ้นมาชุดหนึ่งประมาณ 10 - 12 ข้อความให้วัดตามโครงสร้างที่กำหนดและพยายามให้เป็นตัวแทนของแต่ละโครงสร้าง ส่วนคำตอบให้มีเพียง 2 คำตอบ คือ เห็นด้วยกับไม่เห็นด้วย หรือ ใช่กับไม่ใช่

3.3 นำชุดของข้อความวัดเจตคติไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย 100 คน

3.4 นำผลการทดลองใช้มาตรวจให้คะแนน ถ้าตอบเห็นด้วย หรือ ใช่ให้ 1 และตอบไม่เห็นด้วยหรือไม่ใช่ให้ 0 รวมคะแนนที่ได้ของแต่ละคน

3.5 นำคะแนนที่ได้มาเรียงจากมากไปหาน้อยตามลำดับ

3.6 ทำตารางแจกแจงความถี่แยกตามรายข้อและรายคน

3.7 หาจุดตัดและความคลาดเคลื่อน (Error)ตามวิธีการของ Cornell Technique กล่าวคือ ถ้าจุดตัดอยู่ระหว่างคนใดจะถือว่าคนที่ตอบไม่เห็นด้วยหรือได้คะแนน 0 เหนือจุดตัดขึ้นไปเป็นความคลาดเคลื่อนทั้งหมด และคนที่ตอบเห็นด้วยหรือได้คะแนน 1 ใต้จุดตัดลงมาเป็นความคลาดเคลื่อนทั้งหมด จุดตัดที่ถือว่าใช้ได้จะต้องเป็นจุดตัดที่เมื่อตัดแล้วความคลาดเคลื่อนที่อยู่เหนือจุดตัดและอยู่ใต้จุดตัดรวมกันแล้วน้อยที่สุด อย่างเช่นตามตัวอย่างข้อ 1 ถ้าหากให้จุดตัดอยู่ระหว่าง คนที่ 9 กับ 10 เหนือจุดตัดไม่มีความคลาดเคลื่อนเลย เพราะไม่มีคนตอบ 0 แต่ใต้จุดตัดมีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 3 เพราะมีคนได้คะแนน 1 จำนวน 3 คน แต่ถ้าเปลี่ยนจุดตัดใหม่เป็นอยู่ระหว่างคนที่ 12 กับ 13 เหนือจุดตัดจะมีความคลาดเคลื่อน 1 และใต้จุดตัดจะมีความคลาดเคลื่อนอีก 1 รวมเป็น 2 ในทำนองเดียวกัน ลองใช้จุดตัดในระหว่างคนอื่น ๆ อีก จะเห็นว่า จุดตัดระหว่างคนที่ 12 กับ 13 เป็นจุดตัดที่ให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เราก็เลือกจุดตัดนั้น

สำหรับข้อ 2 ข้อ 3 และข้อ 4 ก็หาจุดตัดได้ทำนองเดียวกัน คือ ข้อ 2 จุดตัดจะอยู่ระหว่างคนที่ 4 กับ 5 ข้อ 3 จุดตัดจะอยู่ระหว่างคนที่ 8 กับ 9 และข้อ 4 จุดตัดจะอยู่ระหว่างคนที่ 14ม กับ 15 หรือคนที่ 16 กับ 17 ก็ได้ จะได้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเท่ากัน

อนึ่งเพื่อให้เห็นแบบแผนการตอบที่ชัดเจนต้องเรียงข้อความเสียใหม่ โดยให้ข้อความที่มีผู้ตอบเห็นด้วยมากเรียงไว้ก่อนตามลำดับจากตัวอย่างข้างต้น จะต้องเอาข้อ 4 มาเรียงเป็นข้อ 1 ข้อ 1 เรียงเป็นข้อ 2 ข้อ 3 ตามเดิม และข้อ 2 เรียงเป็นข้อ 4

ตารางที่ 6 การแจกแจงความถี่ของการตอบแบบวัดเจตคติชุดหนึ่งแยกตามรายข้อและรายคนตามแนวคิดของกัตต์แมน

ข้อ / คนที่	1		2		3		4		คะแนน
	1	0	1	0	1	0	1	0	
1	1		1		1		1		4
2	1			0	1		1		3
3	1		1			0	1		3
4	1		1			0	1		3
5	1			0	1		1		3
6	1			0	1		1		3
7	1			0	1		1		3
8	1			0	1		1		3
9	1			0		0	1		2
10		0	1			0	1		2
11	1			0		0	1		2
12	1			0		0	1		2
13		0	1			0	1		2
14		0		0		0	1		1
15		0	1			0		0	1
16		0		0		0	1		1
17	1			0		0		0	1
18		0		0	1			0	1
19		0		0		0	1		1
20		0		0		0		0	0
รวม	12	8	6	14	7	13	16	4	

3.8 หาสัมประสิทธิ์ของอำนาจการถ่ายภาพด้วยสูตร

$$R = 1 - \frac{\Sigma e}{nK}$$

เมื่อ R = สัมประสิทธิ์ของอำนาจการถ่ายแบบ

Σe = ผลรวมของความคลาดเคลื่อน

n = จำนวนตัวอย่างที่ตอบ

k = จำนวนข้อความ

ตามตัวอย่าง

$\Sigma e = 11$, $n = 20$, $k = 4$

แทนค่าในสูตร

$$R = 1 - \frac{11}{20 \times 4}$$

$$= 0.86$$

3.9 การเลือกชุดของข้อความวัดเจตคติ ชุดของข้อความวัดเจตคติที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของอำนาจการถ่ายแบบตั้งแต่ 0.9 ขึ้นไป จึงจะถือว่าเป็นชุดของข้อความวัดเจตคติที่เป็นมาตราวัดนำไปวัดเจตคติต่อไปได้ แต่ถ้าข้อความชุดนั้นมีค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายแบบไม่ถึง 0.9 จะต้องตัดข้อความที่มีความคลาดเคลื่อนมากออกไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะถึง 0.9 ตามตัวอย่าง แบบวัดเจตคติ 4 ข้อที่วิเคราะห์นี้มีค่า R เพียง 0.86 เท่านั้น ไม่ถึง 0.9 ฉะนั้นผลรวมของความคลาดเคลื่อนจะเหลือ 7 ค่า R เท่ากับ 0.91 ซึ่งถือว่าเป็นชุดของข้อความวัดเจตคติที่ใช้ได้

มาตราวัดเจตคติแบบของกัตต์แมนนี้หลังจากวิเคราะห์มาตราส่วนแล้ว เมื่อนำไปใช้จริง การตอบจะกำหนดให้ตอบกี่คำตอบก็ได้ ซึ่งอาจจะเป็น 3 คำตอบ 5 คำตอบ 7 คำตอบก็ได้ โดยให้ตอบเห็นด้วยอย่างยิ่ง ไปจนไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ในการให้คะแนนจะให้ตามแบบของลิเคอร์ทที่กล่าวแล้วก็ได้ หรือจะคำนวณจากผลรวมของคะแนนที่ถ่วงน้ำหนัก (weighting) โดยอาศัยตารางพื้นที่ใต้โค้งปกติก็ได้

มาตราวัดเจตคติแบบของกัตต์แมนนี้มีจุดเด่นอยู่ตรงที่สามารถบอกแบบแผนการตอบของบุคคลแต่ละคนจากคะแนนรวมได้ ในเมื่อวิธีอื่นไม่สามารถบอกได้คะแนนรวมของผู้ตอบแต่ละคนจะบอกว่าในแต่ละคนจะบอกว่าในแต่ละข้อมูลผู้ตอบเลือกตอบอย่างไร นอกจากนั้นมาตราวัดนี้ยังใช้วัดสิ่งอื่นที่นอกเหนือจากการวัดเจตคติได้อีกด้วย เช่น การวัดอาการของการเป็นโรคจิต เป็นต้น

อย่างไรก็ดี แม้ว่ามาตราวัดนี้จะใช้ข้อความน้อยกว่าแบบอื่น ๆ แต่การวิเคราะห์ยุ่งยากมากกว่า จึงทำให้ไม่ค่อยมีคนนิยมใช้

4. มาตราวัดเจตคติแบบของออสกูด (Osgood's Scale) มาตราวัดเจตคติแบบของออสกูดนี้มีชื่อเรียกทั่วไปว่าวิธีการแห่งความแตกต่างของความหมาย (Semantic Differential Method) ซึ่งออสกูดและคณะ (Charles E. Osgood, George S. Suci andPercy H. Tannenbaum) เป็นผู้คิดสร้างขึ้นมีลักษณะคล้ายกับการหาความหมายของมโนทัศน์ (concept)

มาตราวัดเจตคติแบบนี้นอกจากจะใช้วัดเจตคติแล้ว ยังสามารถนำไปใช้วัดบุคลิกภาพ ความคิดเห็น ความเชื่อ และความรู้สึกที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ ได้อีกด้วย รวมทั้งสามารถแยกความแตกต่างของมโนทัศน์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีอีกด้วย แต่ก็มีความจำกัดในการเลือกคำคุณศัพท์มาใช้

4.1 กำหนดโครงสร้างของเจตคติที่ต้องการวัด แล้วสร้างข้อความในลักษณะมโนทัศน์ขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นคำ ข้อความ วลี หรือประโยคสั้น ๆ ที่ได้ใจความสมบูรณ์ก็ได้เช่น ต้องการจะวัดเจตคติต่อพยาบาลในโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง มโนทัศน์ที่จะสร้างขึ้นสำหรับใช้เป็นตัวเร้าในการตอบซึ่งเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับตัวพยาบาล เช่น การแต่งกาย กิริยาท่าที รูปร่าง การเอาใจใส่คนไข้ เป็นต้น

4.2 คัดเลือกคำคุณศัพท์ที่มีความหมายตรงกันข้าม (Bipolar Adjecyive) เป็นคู่ โดยในแต่ละมโนทัศน์จะเลือกมา 9 คู่ ประกอบด้วย

4.2.1 คำคุณศัพท์ที่แสดงการประเมินผล (Evaluative Adjective) 3 คู่ คำคุณศัพท์ลักษณะนี้เป็นคำคุณศัพท์ที่แสดงคุณค่าหรือประเมินคุณค่าของมโนทัศน์นั้น เช่น คำว่า ดี - เลว สวย - ขี้เหล่ น่ารัก - น่าเกลียด เป็นต้น

4.2.2 คำคุณศัพท์ที่แสดงถึงศักยภาพ (Potency Adjective) 3 คู่ เป็นคำคุณศัพท์ที่บอกถึงความมีศักยภาพของมโนทัศน์ เช่นคำว่า อ้วน - ผอม, หนัก - เบา, แข็งแรง - อ่อนแอ ใหญ่ - เล็ก เป็นต้น

ตารางที่ 7 การแจกแจงความถี่ของการตอบแบบวัดเจตคติชุดหนึ่งแยกตามรายข้อและรายคนตามแนวคิดของออสกูด

ข้อ / คนที่	4		1		3		2		คะแนน
	1	0	1	0	1	0	1	0	
1	1		1		1		1		4
2	1		1		1			0	3
3	1		1			0	1		3
4	1		1			0	1		3
5	1		1		1			0	3
6	1		1		1			0	3
7	1		1		1			0	3
8	1		1		1			0	3
9	1		1			0		0	2
10	1			0		0	1		2
11	1		1			0		0	2
12	1		1			0		0	2
13	1			0		0	1		2
14	1			0		0		0	1
15		0		0		0	1		1
16	1			0		0		0	1
17		0	1			0		0	1
18		0		0	1			0	1
19	1			0		0		0	1
20		0		0		0		0	0
รวม	16	4	12	8	7	13	6	14	
e	2	0	1	1	1	2	3	1	รวม 11

4.2.3 คำคุณศัพท์ที่แสดงการเคลื่อนไหวของมโนทัศน์คู่นั้น 3 คู่ เช่นคำว่า ร่าเริง - เศร้าซึม, เร็ว - ช้า, ฉลาด - โง่, สว่าง - มืด เป็นต้น

ในทางปฏิบัติที่ผู้วิจัยอาจจะสนใจคำคุณศัพท์เพียงลักษณะใดลักษณะหนึ่งก็ได้ไม่จำเป็นต้องเลือกให้ครบทั้ง 3 องค์ประกอบเสมอไป

4.3 กำหนดมาตราวัด โดยกำหนดให้เป็น 7 มาตราวัดเท่า ๆ กัน (อาจจะกำหนดให้มากกว่านี้หรือน้อยกว่านี้ก็ได้) และเอาคำคุณศัพท์ที่คัดเลือกไว้แต่ละคู่มาวางหัวท้ายของมาตราวัดนั้นให้คละกันไปดังตัวอย่าง

มโนทัศน์ : โรงเรียนของฉัน

ดี		เลว
เร็ว		ช้า
ใหญ่		เล็ก
สะอาด		สกปรก
สว่าง		มืด
ใหม่		เก่า
มาก		น้อย
หนัก		เบา
ว่องไว		เชื่องช้า
แข็งแรง		อ่อนแอ

4.4 การให้คะแนน กรณีที่กำหนดเป็น 7 มาตราวัดอาจจะให้ 7,6,5,4,3,2,1 เรียงตามลำดับจากค่าคุณศัพท์ด้านบวกไป หรืออาจจะให้ 3,2,1,0,-1,-2,-3 เรียงตามลำดับจากค่าคุณศัพท์ด้านบวกไปก็ได้ ดังนี้

ดี	7	6	5	4	3	2	1

หรือ	3	2	1	0	-1	-2	-3

4.5 การวิเคราะห์คุณภาพของคำคุณศัพท์ที่ใช้ เมื่อสร้างเสร็จแล้วต้องนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเป็นปรนัยของคำคุณศัพท์และมโนทัศน์ที่เลือกว่าผู้ตอบเข้าใจได้ตรงกันเพียงใด จากนั้นนำไปวิเคราะห์ข้อแต่ละคู่ของคำคุณศัพท์ เพื่อหาอำนาจจำแนกเช่นเดียวกับของลิเคอร์ท คำคุณศัพท์คู่ใดได้ค่า t มากกว่าค่า t ในตารางแสดงว่ามีคุณภาพ หรืออาจจะใช้คณะบุคคลตัดสินและหาค่า Q ตามแบบของเธอร์สโตนก็ได้ คู่ใดมีค่า Q ต่ำ ๆ ก็ถือว่ามีคุณภาพใช้ได้ ถ้ามีค่า Q สูงแสดงว่าคำคุณศัพท์นั้นให้ความหมายคลุมเครือ

4.6 การหาความเที่ยงของแบบวัด ทำได้เช่นเดียวกับแบบลิเคอร์ทดังกล่าวแล้ว

จากการศึกษาแนวคิดในการสร้างแบบวัดเจตคติของนักจิตวิทยาท่านต่าง ๆผู้วิจัยเห็นว่าวิธีสร้างแบบวัดเจตคติของลิเคอร์ทมีความสะดวกในการสร้างและการนำไปใช้ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นในการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการสร้างแบบวัดเจตคติตามของลิเคอร์ทเป็นแนวทาง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จอห์น ดับบลิว บัทซาว,แอล วิลเลียม ลินซ์ และ รอน เอ เดรค (John W. Butzow. L.William Linz and Roy A.Drake 1977:45-49) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชาย จำนวน 103 คน ที่เรียนวิชาเคมีพื้นฐานที่สถาบันเมน แมรีไทม์ (Maine Maritime Academy) ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาเคมี เจตคติต่อวิธีการสอน และเจตคติรวมทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประจวบจิต คำจตุรัส (prajuabjit Kamchaturus 1979 :4760) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรายวิชาที่เรียนในระดับมัธยมศึกษากับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ไม่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอกของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยโอคลาโฮมา จำนวน 114 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. จำนวนรายวิชาที่เรียนในชั้นมัธยมศึกษากับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันต่ำมา ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. จำนวนรายวิชาและเจตคติต่อวิชาวิทยาสาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

แอล ดับบลิว โฮจ และ เอ็ม เค ไปเปอร์ (L.W. Hough and M.K. Piper 1982 : 33-38)ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 4,5 และ 6 จำนวน 583 คน ผลการวิจัยพบว่าเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r = 0.45)

มาร์ลีน เอ แฮมิลตัน (Marlene A. Hamilton 1982 : 155-169) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาวิทยาสาสตร์กับคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ในการสอบเข้าศึกษาต่อของนักเรียนในจาไมกา จำนวน 576 คน พบว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ในการสอบเข้าศึกษาต่อมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โมฮัมเมด สุไลมาน อับดุลราห์มาน แอล รูวาชิด (Mohammed Suliman Abdulrahman Al Ruwashid 1984 : 1357 A) ศึกษาผลของการสอนแบบบรรยายกับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองประกอบการบรรยายต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมริมาร์ค ประเทศซาอุดิอาระเบีย จำนวน 129 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองประกอบการบรรยายมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สุภาคย์ สุวรรณเวลา (2529 : ง) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 645 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานครมีเจตคติทางบวกต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2. เจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานครมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่พบว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก