

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการศึกษาผลของบทเรียนบนเครือข่ายแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีสาระสำคัญตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีการเรียนรู้การสอน
2. วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
3. วิธีการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบปกติ
4. การเรียนการสอนบนเครือข่ายหรือบนเว็บ
5. สาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. ทฤษฎีการเรียนรู้การสอน

##### 1.1 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มาจากแนวคิดที่เป็นรากฐานสำคัญซึ่งปรากฏจากรายงานของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา ได้แก่ Jean Piaget และ Lev Vygotsky ซึ่งผลงานของเขาเป็นที่ยอมรับกันมาก เป็นผลทำให้มีผู้นิยมนำมาประยุกต์ใช้การเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย

ทฤษฎีพัฒนาการทางเขาวงกตปัญญาของ Jean Piaget และ Lev Vygotsky เป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เพียเจต์อธิบายว่า พัฒนาการทางเขาวงกตปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซาบหรือดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้น เมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถ

สัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล (equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา Jean Piaget เชื่อว่า (Piaget, 1972 : 1-12) คนทุกคนจะมีการพัฒนาเขาวิปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (social transmission) วุฒิภาวะ (maturity) และกระบวนการพัฒนาความสมดุล (equilibration) ของบุคคลนั้น ส่วน Lev Vygotsky ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วก็ยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นสถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเขาวิปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้นภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาเขาวิปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้น พัฒนาการทั้งสองด้านจะเป็นไปร่วมกันเพื่อให้เข้าใจแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ได้ง่ายขึ้น โดยแนวคิดนี้กับแนวคิดของทฤษฎีกลุ่มปรนัยนิยม (Objectivism) ซึ่งมีความเห็นว่า โลกนี้มีความรู้ความจริง ซึ่งเป็นแก่นแท้แน่นอนไม่เปลี่ยนแปลง การศึกษาคือทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ความรู้ความจริงเหล่านี้ ดังนั้นครูต้องพยายามถ่ายทอดความรู้ และความจริงนี้ให้ผู้เรียน และผู้เรียนจะสามารถรับสิ่งที่ครูถ่ายทอดได้อย่างเข้าใจตามที่ครูต้องการ แต่นักทฤษฎีกลุ่มสร้างความรู้ มีความเห็นว่า แม้โลกนี้จะมีอยู่จริง และสิ่งต่าง ๆ มีอยู่ในโลกจริง แต่ความหมายของสิ่งเหล่านั้น มิได้มีอยู่ในตัวของมันสิ่งต่าง ๆ มีความหมายขึ้นมาจากการคิดของคนที่รับรู้สิ่งนั้น และแต่ละคนจะให้ความหมายแก่สิ่งเดียวกันแตกต่างกันไปอย่างหลากหลาย ดังนั้นสิ่งต่าง ๆ ในโลกจึงไม่มีความหมายที่ถูกต้องหรือเป็นจริงที่สุด แต่ขึ้นอยู่กับการให้ความหมายของคนในโลก คนแต่ละคนเกิดความคิดจากประสบการณ์ ดังนั้นสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในประสบการณ์นั้น ก็ย่อมเป็นส่วนหนึ่งของความคิดนั้น หรือเป็นความหมายส่วนหนึ่งของความคิดนั้น ด้วยเหตุนี้วิก็อตสกี จึงเน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคล และการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้ก้าวหน้า จากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้ วิก็อตสกี ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ “zone of proximal development” ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านการจัดการเรียนการสอน

## ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และ เทคโนโลยีทางการศึกษา

Duffy และ Jonassen (1991) ได้กล่าวถึงมุมมองทางเทคโนโลยีทางการศึกษา อันที่จริงหน้าที่ในการคิดค้นแบบจำลองเพื่อการศึกษาใหม่ๆในยุคข้อมูลข่าวสารจะเป็นธรรมชาติของสาขานี้ การนำทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมาปฏิบัติมีจุดแข็ง 2 ประเด็นคือ 1. ประสบการณ์ในการออกแบบบรรยากาศการเรียนรู้แบบเสรีคือเปลี่ยนจากเครื่องสอนเป็นผู้สอนที่มีปฏิสัมพันธ์ หากผู้เรียนมีวิธีและเวลาในการรับข้อมูลคิดได้ด้วยตนเอง บรรยากาศการเรียนรู้แบบเสรีย่อมเป็นสิ่งสำคัญ 2. กลวิธีการจัดการความรู้ หรือ ความเชี่ยวชาญในการทดสอบย่อยในสิ่งที่ผู้เรียนรู้และวิธีคิดของผู้เรียนเพื่อสื่อสารข้อมูลเหล่านั้นกับผู้อื่น หากผู้เรียนสามารถถูกหล่อหลอมให้เชี่ยวชาญในทุกแง่มุมที่เกิดขึ้นจริงรายละเอียดของประเภทความรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญมีและทำก็เป็นสิ่งจำเป็น

นักเทคโนโลยีทางการศึกษาจำนวนมากมีความกระตือรือร้นต่อทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง บางคนเปรียบเทียบการค้นพบในสิ่งนี้ว่าเป็น “ภาวะที่ถูกเปลี่ยนแปลง” (Bednar et al., 1991, p.91) Bednar และเพื่อนร่วมงานเห็นว่าทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเน้นสิ่งที่ดีที่สุดของการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีทางการศึกษาและนำมาใช้เป็นศูนย์กลางของทฤษฎีใหม่โดยจัดหาทางเลือกให้กับทั้งแบบจำลองเทคโนโลยีระบบการสอนที่ค่อยๆหมดไปและการผสมผสานทฤษฎีการศึกษาต่างๆที่กำลังเกิดขึ้น ความตื่นตัวในการวางตำแหน่งใหม่ให้ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

การเชื่อมโยงระหว่างเทคโนโลยีทางการศึกษาและทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจะมีความเป็นไปได้ トラบจนทุกวันนี้คำประกาศวิสัยทัศน์มีจำนวนมากว่าการนำไปปฏิบัติจริงและการให้เหตุผลเชิงประจักษ์ หากทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจะถูกนำไปใช้อย่างจริงจังในยุคข้อมูลข่าวสาร คำประกาศวิสัยทัศน์ สามารถกำหนดแนวทางให้กับงานวิจัยเชิงประจักษ์ที่นำไปสู่ฐานข้อมูลผู้เรียนในแง่ประเภท สภาวะ และ ขอบเขตที่ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจะเป็นประโยชน์ได้

ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมักเป็นมาตรฐานในขอบเขตความรู้บางประเด็น การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพแม้แต่ในระดับมัธยมศึกษาชั้นให้มีความสำคัญกับการคิดค้นและทดลองทฤษฎีในห้องปฏิบัติการ ในแวดวงการเรียนรู้อื่นนั้นจะมีการมอบปริญญาเอกให้กับผู้ที่สามารถพัฒนาข้อมูลขั้นต่ำไปสู่ความรู้ระดับสูง ดังนั้นการให้ความสำคัญต่อทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจึงหมายความว่าถึงการขยายทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วย

ตนเองไปสู่อาณาจักรหรือวัฒนธรรมที่รูปแบบการถ่ายโอนมีอิทธิพลชัดเจน อาณาจักรความรู้ที่  
เหมาะสมต่อการทดลองขยายหลักการทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองควรครอบคลุม  
บรรทัดฐานที่ว่า อาณาจักรดังกล่าวเป็นที่ซึ่ง

1. แบบจำลองการสอน โดยใช้การถ่ายโอนมีความชัดเจนแต่ยังไม่เกิดการเรียนรู้ที่พึงประสงค์
2. สามารถระเบียบวิธีเชิงประจักษ์มาใช้ประโยชน์ในการวัดปริมาณและคุณภาพของ  
การเรียนรู้
3. มีข้อโต้แย้งว่าทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองสามารถสร้างการเรียนรู้  
ที่พึงประสงค์และทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองไม่ได้เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ
4. แบบจำลองการสร้างองค์ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญสามารถนำมาใช้เป็นพื้นฐานใน  
การออกแบบการสอน

### การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองในการเรียนการสอน

การนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปใช้ในการเรียนการสอน สามารถทำได้หลายประการดังนี้

1. ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้  
(process of knowledge construction) และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น (reflexive awareness  
of that process) เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง (authentic tasks) ครูจะต้องใช้  
ตัวอย่างเพื่อฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอน  
ตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ  
จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้
3. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มตัว ผู้เรียนจะต้องเป็น  
ผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง  
โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งไม่ได้หมายความว่าผู้เรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป  
แต่อาจจัดเป็นกิจกรรมที่เรียกว่า “physical knowledge activities” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมี  
ปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความ  
สนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับ  
สิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น

4. ในการจัดการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรม (sociomoral) ให้เกิดขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้หรือผู้เรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ไม่เป็นการเพียงพอ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ และการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและบุคคลอื่น ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ชับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

5. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเองแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6. ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูจะมีบทบาทแตกต่างกันไปจากเดิม คือจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ คือการเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก “instruction” ไปเป็น “construction” คือ เปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็น “การให้ผู้เรียนสร้างความรู้” บทบาทของครูก็คือ จะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหาและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วย

7. ในด้านการประเมินผลการเรียนการสอน เนื่องจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ ขึ้นกับความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะหลากหลาย ดังนั้นการประเมินผลจึงจำเป็นต้องมีลักษณะเป็น “goal free evaluation” ซึ่งก็หมายถึงการประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคล หรืออาจใช้วิธีการที่เรียกว่า “socially negotiated goal” และการประเมินควรใช้วิธีการหลากหลาย ซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฝ้มผลงาน รวมทั้งการประเมินตนเองด้วยนอกจากนั้นการวัดผลจำเป็นต้องอาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อนเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนที่ต้องอาศัยบริบท กิจกรรม และงานที่เป็นจริง การวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงด้วย ซึ่งในกรณีนี้จำเป็นต้องจำลองของจริงมาก็สามารถทำได้ แต่เกณฑ์ที่ใช้ควรเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในโลกของความจริง (real world criteria) ด้วย

## 1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การพัฒนาการเรียนการสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันอยู่บนพื้นฐานของการศึกษาในส่วนของเนื้อหาและหลักการทางด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง ประกอบกับหลักการด้านจิตวิทยาพัฒนาการที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ ปัจจุบันนี้เป็นที่ยอมรับแล้วว่า พัฒนาการทางสมองของมนุษย์ในวัยต่าง ๆ เป็นหัวใจสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้จึงนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

### ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Theory of Cognitive Development)

เด็กมีการพัฒนาต่าง ๆ มาแล้วตั้งแต่อยู่ที่บ้าน ทั้งในส่วนของร่างกาย จิตใจและความรู้ความสามารถต่าง ๆ เมื่อเด็กเหล่านั้นเข้ามาสู่ระบบโรงเรียนจึงมีความรู้ความสามารถส่วนหนึ่งแล้วที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ตามระบบของโรงเรียนต่อไป ได้มีการศึกษาในส่วนของพัฒนาการของนักเรียนเป็นจำนวนมากและในหลายทิศทาง ทฤษฎีที่ยอมรับโดยทั่วไป คือทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Jean Piaget นักจิตวิทยา ซึ่งได้เสนอไว้ว่าพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่จะแบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ

1. ระยะใช้ประสาทสัมผัส (sensory-organs stage) เป็นการพัฒนาของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี ในวัยนี้เด็กจะเริ่มพัฒนาการรับรู้โดยใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ ตลอดจนเริ่มมีการพัฒนาการใช้อวัยวะให้สามารถทำงานเบื้องต้นได้

2. ระยะควบคุมอวัยวะต่าง ๆ (preoperational stage) เป็นการพัฒนาในช่วงอายุ 2 ปี จนถึง 7 ปี เด็กวัยนี้จะเริ่มพัฒนาร่างกายอย่างเป็นระบบมากขึ้น มีการพัฒนาของสมองเพื่อใช้ควบคุมการพัฒนาลักษณะนิสัย

3. ระยะที่คิดอย่างเป็นรูปธรรม (concrete-operational stage) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 7 ปี ถึง 11 ปี เด็กช่วงนี้จะมีการพัฒนาสมองมากขึ้นอย่างรวดเร็ว จนสามารถเรียนรู้และจำแนกสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ แต่จะยังไม่สามารถสร้างจินตนาการกับเรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้ เด็กในวัยนี้จึงสามารถเล่นสิ่งของที่เป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี แต่ไม่สามารถเรียนรู้เรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้

4. ระยะที่คิดอย่างเป็นนามธรรม (formal-operational stage) เป็นพัฒนาการในช่วงสุดท้ายของเด็กอายุประมาณ 12-15 ปี ก่อนจะเป็นผู้ใหญ่ เด็กในช่วงนี้สามารถคิดอย่างเป็นเหตุผลและคิดใน

สิ่งที่ซับซ้อนอย่างเป็นนามธรรมได้มากขึ้น เมื่อเด็กพัฒนาได้อย่างเต็มที่แล้ว จะสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและแก้ปัญหาได้อย่างดี จนพร้อมที่จะเป็นผู้ใหญ่ที่มีวุฒิภาวะต่อไป

การพัฒนาของเด็กจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากระดับต้นในวัยเด็กไปสู่ระดับที่สูงขึ้น จนเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่ โดยทั่วไปการพัฒนาของเด็กจะไม่กระโดดข้ามขั้น แต่ในบางช่วงของการพัฒนาอาจเกิดเร็วหรือช้าได้ การพัฒนาเหล่านี้จะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรมและประเพณีรวมทั้งวิธีการดำรงชีวิตอาจมีส่วนช่วยให้เด็กพัฒนาได้ช้าเร็วแตกต่างกันได้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาดังกล่าวเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย และใช้เป็นหลักการพื้นฐานในกระบวนการเรียนการสอน และทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ในช่วงระยะ 20 ปีที่ผ่านมา

### **ทฤษฎีการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้**

การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การพัฒนาความคิดและความสามารถ โดยอาศัยประสบการณ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม ทำให้บุคคลดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุขในสังคม

การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน การจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ อย่างครบถ้วนจึงไม่เป็นเรื่องง่าย นักปรัชญาและนักจิตวิทยาการศึกษาหลายคน ได้พยายามคิดค้น ทฤษฎีและกระบวนการเกี่ยวกับการเรียนรู้กันมานานแล้ว เช่น การเรียนรู้จากการปฏิบัติ (learning by doing) ของ Jonh Dewey (1922) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก (theory of cognitive development) ของ Jean Piaget (1958) การเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (discovery learning) ของ Jerome S. Bruner (1961) การเรียนรู้ที่มีความหมายของ David P. Ausubel (1969) เป็นต้น Gagne (Robert M. Gagne : 1970) ได้เสนอเงื่อนไขของการเรียนรู้ (conditions of learning) ไว้ 8 ประการ คือ การเรียนรู้เมื่อได้รับสัญญาณ (signal learning) การเรียนรู้ในลักษณะของการกระตุ้นและการตอบสนอง (stimulus response learning) การเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงการกระตุ้นและการตอบสนอง หลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน การเรียนรู้โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการกระตุ้นและการตอบสนอง หลาย ๆ อย่างด้วยภาษา (verbal association) การเรียนรู้แบบแยกแยะ (discrimination learning) การเรียนรู้ในแนวความคิดหลัก (concept learning) การเรียนรู้ในกฎเกณฑ์ (rule learning) และการเรียนรู้เชิงแก้ปัญหา (problem solving process)

ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่พูดกันมากในปัจจุบันนี้ คือ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ซึ่งเชื่อกันว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางอย่างมาแล้วไม่มากนักน้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนรู้อเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้ เป็นอย่างยิ่งกระบวนการเรียนรู้ (process of learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดการบอกเล่าของ ครูหรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวความคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎี การสร้างความรู้ด้วยตนเอง

จากการศึกษาหลักการทฤษฎีดังกล่าว สรุปได้ว่าให้นำหลักการทฤษฎีไปใช้ในการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่เน้นให้ผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้ความเข้าใจได้ ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนนั้นมีความรู้เดิมอยู่แล้ว แต่จะเกิดความรู้ใหม่นั้นผู้เรียนต้องเรียนรู้และ แลกเปลี่ยนประสบการณ์กับคนอื่น ๆ หรือสืบค้น เสาะหา สืบตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการ ต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้าง เป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง นำความรู้ที่มีอยู่มาเชื่อมโยง ตรวจสอบกับสิ่งใหม่ ๆ ที่ได้พบเกิดเป็น ความรู้ใหม่ขึ้น

## 2. วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

### 2.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีการนำมาเรียกใช้ในภาษาไทยอยู่หลายคำ เช่นการสอนแบบ สืบสวนสอบสวน วิธีสอนแบบสืบสอบ และวิธีสอนแบบสอบสวน ซึ่งมาจากภาษาอังกฤษว่า Inquiry Method สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้คำว่า “สืบเสาะหาความรู้” โดยมีผู้ให้ความหมายของการ สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้มากมาย ดังนี้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 122) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การค้นหาข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน(Examination) ด้วยการสำรวจตรวจสอบอย่างถี่ถ้วน (Investigation) หรือด้วยการวิจัย (Research)

กองการวิจัยทางการศึกษา (2536 : 11) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง เป็นการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักการ



ค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่  
ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิด หาวิธีแก้ปัญหาเองได้ และ  
สามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

สุวิมล เจี้ยวแก้ว (2540 : 64) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง  
การสอนที่ครูจัดสถานการณ์ หรือกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้อย่างมีหลักการและเหตุผล  
ขยายความคิดของตนเองได้อย่างกว้างขวาง สามารถวางแผนและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้โดยใช้  
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางความคิดได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องตอบรับฟังการ  
บรรยายของครูเพียงฝ่ายเดียว

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542 : 119) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง  
การสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองให้  
นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการเตรียม  
สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา โดยครูทำ  
หน้าที่คล้ายผู้ช่วย และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดการวางแผนการเรียนนักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการ  
จัดการเรียนการสอนด้วยตัวเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้ โดยวิธีการเช่นเดียวกับการ  
ทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้ มาเป็นผู้แสวงหาความรู้  
และใช้ความรู้

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ (2544 : 56) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง  
การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วย  
ตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้ นักเรียนบรรลุ  
เป้าหมายวิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

สาโรช โสภีรักษ์ (2546 : 33) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง  
การสอนที่ให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้คำถาม คิดพิจารณาอย่างมีระบบ เพื่อคิดค้นแสวงหาความจริง  
หาเหตุ วิเคราะห์ วิจัย ประเมินผล สรุปผล และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สุวิทย์ และ อรทัย มูลคำ (2547: 136) ให้ความหมายไว้ว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการ  
พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้โดยผู้สอนตั้ง  
คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการ  
แก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถ

นำไปใช้ประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมใน สภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

จากความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการคิดด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดการคิดอย่างเป็น ระบบ รู้จักหาเหตุผล และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยการนำเอาวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ไปใช้ อีกทั้งยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

## 2.2 ประเภทของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

Carin และ Sund (1980 อ้างถึงใน พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์, 2544: 58-59) ได้แบ่งประเภทของการ สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ดังนี้ คือ

แบบที่ 1 Guided discovery เป็นวิธีให้นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลองวิธีนี้ครูและ นักเรียนมีบทบาทเท่าเทียมกัน วิธีนี้ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือไว้เรียบร้อย นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลองทำกิจกรรมตามแนวทางที่ กำหนดไว้ ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นวิธีสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการหรือกิจกรรมสำเร็จรูปลำดับขั้นตอน ของวิธีนี้คือ

1. ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นอันดับแรก
2. ช้่นอภิปรายก่อนทำกิจกรรมการทดลอง
3. ช้่นทำการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล
4. ช้่นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นชั้นที่นำเสนอข้อมูลและสรุปผลการทดลอง โดยครูต้องนำ โดยใช้คำถามเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

แบบที่ 2 Less guided discovery เป็นวิธีสืบสอบที่ครูเป็นผู้วางแผน วิธีนี้ครูมีบทบาททดลองเมื่อ เทียบกับวิธีที่ 1 นักเรียนมีบทบาทมากขึ้น ซึ่งเป็นวิธีที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาแต่ให้นักเรียนหาวิธี แก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลองทำการทดลองจนถึงสรุปผล การทดลอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งอาจเรียกวินี้ว่าวิธีสอนแบบไม่กำหนดแนวทางซึ่งมี ลำดับขั้นตอนของการสอนวิธีนี้คือ

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหา ซึ่งอาจทำโดยการ ใช้คำถาม ใช้สถานการณ์จริงโดยการสาธิต เพื่อเสนอปัญหา ใช้ภาพปริศนา หรือภาพยนตร์เพื่อเสนอปัญหา

2. นักเรียนวางแผนแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้แนะแนวทาง ระบุแหล่งความรู้
3. นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้
4. รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ดูแลร่วมการอภิปรายเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์

แบบที่ 3 Free discovery เป็นวิธีสืบสอบที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเองวิธีนี้นักเรียนจะมีบทบาทมากที่สุด ครูมีบทบาทน้อยหรือไม่มีเลย ซึ่งเป็นวิธีที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลองเอง เก็บข้อมูล ดำเนินการทดลอง เก็บข้อมูล ตลอดจนสรุปผลด้วยตนเอง วิธีนี้ให้อิสระกับนักเรียน ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น อาจเรียกว่า วิธีสืบสอบแบบอิสระ

วิรุฑฐ วิเชียร โชติ (2521 อ้างถึงใน สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ 2545: 137) ได้แบ่งประเภทของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ออกเป็น 3 ประเภท คือ

#### 1. Passive Inquiry

การสอนแบบนี้ผู้สอนจะเป็นผู้ถามนำ โดยมีผู้เรียนเป็นฝ่ายตอบเป็นส่วนใหญ่แต่ผู้สอนก็จะพยายามกระตุ้นเตือนให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถามอยู่เสมอ สรุปคือ ผู้สอนจะเป็นผู้ตั้งคำถาม 90% ผู้เรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถาม 10% การสอนประเภทนี้เหมาะสำหรับการเริ่มสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นครั้งแรกหรือในช่วง 3 เดือนแรก เพราะผู้เรียนในระบบการศึกษาไทยยังไม่คุ้นเคยกับการเป็นผู้ซักถาม

#### 2. Combined Inquiry

การสอนแบบนี้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนจะเป็นผู้ถามคำถาม คือผู้สอนจะเป็นผู้ตั้งคำถาม 50% และผู้เรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถาม 50% การสอนชนิดนี้ใช้ในโอกาสที่ผู้เรียนเริ่มคุ้นเคยกับการซักถามผู้สอนมากขึ้น ซึ่งจะเป็นช่วงที่ผู้สอนได้ฝึกผู้เรียนให้ตั้งคำถามแบบสืบสวนสอบสวนมานานประมาณ 3 เดือน ข้อควรระวังในการส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งคำถาม คือให้ผู้เรียนคิดก่อนการถามผู้สอนและหลักสำคัญคือผู้สอนพยายามไม่ให้คำตอบแต่จะส่งเสริมหรือถามต่อเพื่อให้ผู้เรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

#### 3. Active Inquiry

การสอนแบบนี้ผู้เรียนจะเป็นผู้ถามและตอบเป็นส่วนใหญ่ ผู้สอนมีหน้าที่แนะแนวหรือเน้นจุดสำคัญที่ผู้เรียนมองข้ามไปโดยไม่ได้อธิบายอย่างเพียงพอ การสอนชนิดนี้ผู้เรียนมีความชำนาญในการใช้คำถามแบบสืบสวนสอบสวนแล้วผู้เรียนจึงสามารถตั้งคำถามและหาคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

## 2.3 ขั้นตอนของการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

ในปี ค.ศ. 1992 นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biology Science Curriculum Study) ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน หรือเรียกว่า 5E ดังนี้

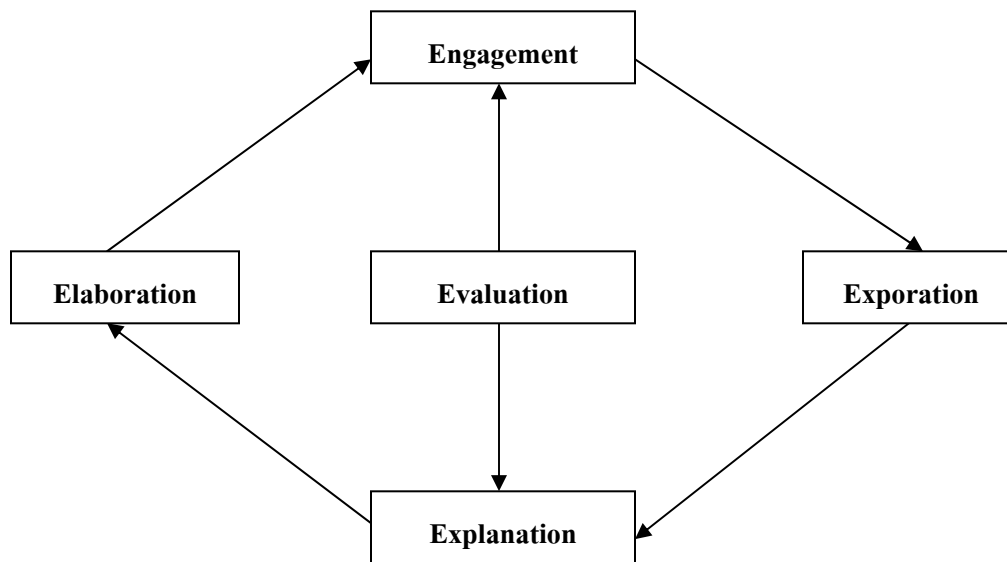
1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้ มีลักษณะของการแนะนำบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนทำการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับสิ่งที่ได้พบในขณะนั้น และ วางแผนสำหรับกิจกรรมในขั้นต่อไป ครูต้องสร้างความสนใจและสร้างความอยากรู้อยากเห็นในหัวข้อที่จะศึกษา อาจจะใช้คำถาม ยกสถานการณ์ ปัญหาต่าง ๆ ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และต้องการแสวงหาความรู้หรือคำตอบ

2. การสำรวจ (Exploration) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการจัดความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อที่กำลังศึกษากับแนวความคิดที่มีอยู่ กิจกรรมในขั้นนี้ผู้เรียนต้องสืบเสาะหาความรู้ รวบรวมข้อมูล ทดสอบแนวความคิด บันทึกความคิด ทำการทดลองด้วยตนเอง ครูจะทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มได้ สิ่งสำคัญคือครูควรจะให้ผู้เรียนประสบกับความยากลำบากและลองผิดลองถูกด้วยตนเองความยากลำบากนี้ จะทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนาความสามารถในการคิดแบบใหม่

3. การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้เป็นการนำความรู้ที่รวบรวมจากขั้นที่ 2 มาเป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อที่กำลังเรียนอยู่ โดยให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ได้จากการสำรวจพยายามหาเหตุผลความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ มาตอบคำถามที่เกิดขึ้น กิจกรรมที่อาจจะประกอบไปด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่าน และนำข้อมูลมาอภิปรายร่วมกัน ครูควรกระตุ้นให้ผู้เรียนได้อธิบายว่าเขามีความเข้าใจต่อเรื่องที่กำลังศึกษาถูกต้องและชัดเจนเพียงใด ครูอาจใช้คำถามช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดและอธิบายเหตุผลของความคิดนั้น

4. การศึกษารายละเอียดหรือการลงข้อสรุป (Elaboration) ขั้นตอนนี้จะเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาทดสอบ ทดลอง และประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ ที่แตกต่างออกไป ทำให้เกิดการเรียนรู้มนต์ที่กว้างและแม่นยำมากขึ้น กิจกรรมส่วนใหญ่เป็นการอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อลงข้อสรุปเพื่อให้เห็นถึง ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น อาจมีการกล่าวถึงมนต์ที่คลาดเคลื่อน ยกตัวอย่างให้เห็นอย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้ปรับความคิดของตนให้ถูกต้อง ในขั้นนี้จะช่วยเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะศึกษาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

5. การประเมินผล(Evaluation)เป็นขั้นตอนที่ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดที่ได้เรียนรู้มาแล้วว่าถูกต้องและได้รับการยอมรับเพียงใด ให้ผู้เรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ให้การเสริมสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและกลุ่มเพื่อน ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป การประเมินผล อาจจะอยู่ในรูปแบบ การเขียนรายงานการตอบคำถาม การแสดง สาธิตทักษะ และขั้นตอนการทดลอง หรืออาจเป็นการนำเสนอ โครงการที่ทำเสร็จสมบูรณ์แล้วก็ได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นการประเมินผลบนฐานของกิจกรรมทางด้านพุทธิพิสัย และทักษะพิสัยความสัมพันธ์ของแต่ละขั้นตอน แสดงดังภาพ



ภาพประกอบ 2 แสดงวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษากลุ่ม BSCS

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545 : 42-43) ได้ระบุขั้นตอนกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ไว้ดังนี้

1. สร้างความสนใจ

1.1 จัดสถานการณ์หรือเรื่องราวที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกต สงสัย

ในเหตุการณ์หรือเรื่องราว

1.2 กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. สำรวจและค้นหา

2.1 ผู้เรียนวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน และกำหนด

ทางเลือกที่เป็นไปได้

2.2 ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ  
วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง การทำกิจกรรมภาคสนาม การศึกษาหาข้อมูล  
จากแหล่งเอกสารอ้างอิง หรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอ สรุปสิ่งที่คาดว่า  
จะเป็นคำตอบของปัญหานั้น

### 3. อธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ผู้เรียนนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลในรูปแบบ  
ต่าง ๆ

3.2 การค้นพบในขั้นนี้อาจสนับสนุนหรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้อง  
กับประเด็นที่ตั้งไว้ แต่ไม่ว่าผลจะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

### 4. ขยายความรู้

ผู้เรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำ  
ข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายเหตุการณ์อื่น ๆ

### 5. ประเมิน

เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมาก  
น้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 219-220) ได้เสนอขั้นตอนของ  
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้น  
เองจากความสนใจ หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม  
ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอ  
ประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่  
จะใช้ศึกษา

เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา  
จึงร่วมมือกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น  
อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความ  
เข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

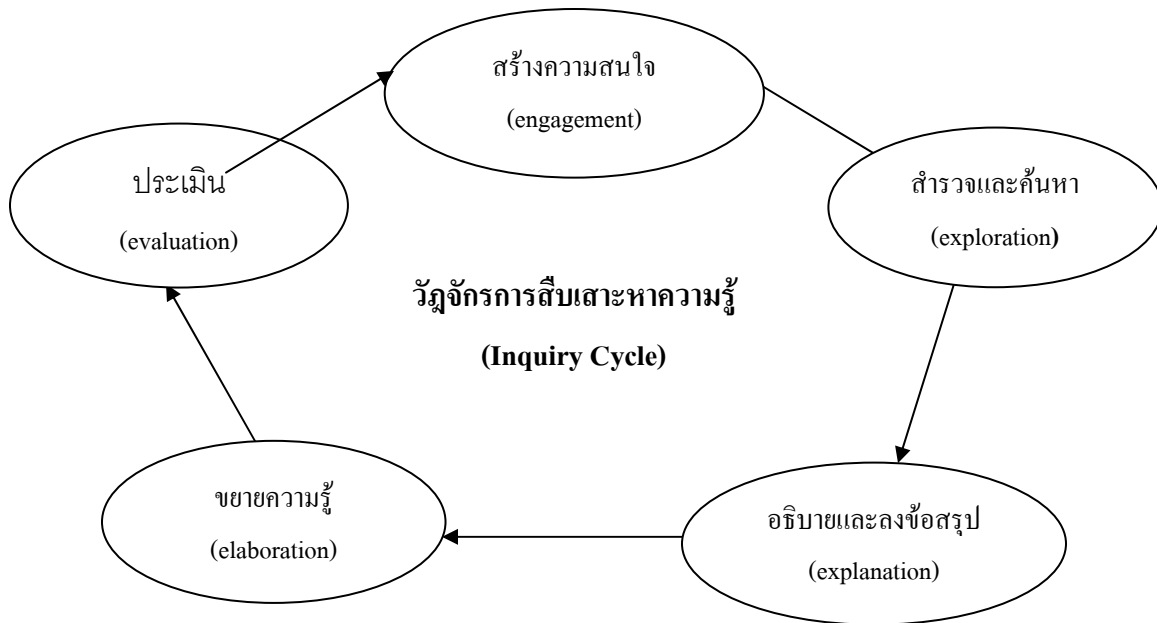
2. ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดแนวทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนามการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มาก ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนต่อไป



ภาพประกอบ 3 แสดงวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท.

อย่างไรก็ตามการที่เรียกการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5 E หรือวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ นั้นสืบเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5 E เมื่อสิ้นสุดการประเมินแล้วครูและนักเรียนก็สามารถเข้าสู่วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ได้ต่อไป เหตุผลเพราะในชีวิตจริงมีเรื่องราวหรือสิ่งที่ชวนสงสัย น่าศึกษาต่อเนื่องตลอดเวลาไม่สิ้นสุดหากทั้งครูและนักเรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนตลอดเวลา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5 E จึงเป็นวัฏจักรต่อเนื่องไป

อีกประการหนึ่งการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้แม้ดำเนินขั้นตอนไปยังไม่ครบวัฏจักรก็สามารถขึ้นต้นวัฏจักรใหม่ เพื่อสืบเสาะเรื่องใหม่ซ้อนอยู่ในวัฏจักรเดิมได้อีก เช่น เมื่อครูจัดกิจกรรมอยู่ในขั้นขยายความรู้ ครูไม่ใช้วิธีการบรรยาย แต่ครูต้องการจัดกิจกรรมอื่นแทน ดังนั้นครูอาจสร้างความสนใจเพื่อให้นักเรียนสงสัยต่อแล้วสำรวจและค้นหาเพิ่มเติมต่อไป

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยนำขั้นตอนของการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. ไปประยุกต์ใช้ในการสร้างบทเรียนบนเครือข่ายแบบสืบเสาะหาความรู้ในการวิจัยนี้



## 2.4 จิตวิทยาที่เป็นพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากทฤษฎีของ Piaget (Piaget , n.d. อ้างถึงใน เลิศศักดิ์ ประกอบชัยชนะ, 2544 : 8) กล่าวถึงพัฒนาการทางสมองของมนุษย์ไว้ว่าความคิดของมนุษย์ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ชั้นคือ

ขั้นที่ 1 การดูดซึม (Assimilation) หมายถึง การเร้าให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในชั้นเรียน โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการคิดให้เกิดการเรียนรู้ใหม่และเมื่อความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายปัญหาได้ จะนำไปสู่ขั้นที่ 2

ขั้นที่ 2 การปรับปรุง (Accommodation) หมายถึงการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงขยายโครงสร้างเดิม เพื่อการเรียนรู้ใหม่ โดยการนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างใหม่ ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงโครงสร้างเดิม ก็ไม่สามารถรับความรู้ใหม่ได้

ผดุงยศ ดวงมาลา (2530 : 122) ได้ระบุถึงหลักทางจิตวิทยาซึ่งสนับสนุนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. เด็กจะเรียนวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ก็ต่อเมื่อ ได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาคำตอบที่ตนคิดว่าจะทำให้เด็กรู้จากการบอกเล่า
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์ช่วยยั่วให้เด็กอยากจะเรียน ไม่ใช่บังคับซึ่งเป็นหน้าที่ของครูโดยตรงที่จะสร้างสถานการณ์ให้เกิดการเรียนรู้
3. การให้ผู้เรียนได้เรียนโดยใช้ความคิดพิจารณาจะช่วยให้มีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการพัฒนาสมรรถภาพของสมองขั้นสูง

สุวัฒน์ นิยมคำ ( 2531 : 125 – 126 ) ได้กล่าวถึง หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาคำตอบนั้น ๆ ได้มากกว่าการบอกให้รู้
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยยั่วให้นักเรียนอยากเรียน ไม่ใช่บีบบังคับ และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงหรือมีความคิดเห็นของตน ได้มากที่สุด

สุวิมล เขียวแก้ว (2540 : 64) กล่าวถึงจิตวิทยาการเรียนรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้

1. นักเรียนจะเรียนได้อย่างดียิ่งขึ้น เมื่อได้เกี่ยวข้องกับการค้นหาความรู้ นั้น โดยตรงมากกว่าที่จะได้รับรู้จากการบรรยาย

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ อยากทราบข้อเท็จจริง หรือรายละเอียดต่างๆ ซึ่งเป็นหน้าที่ของครู โดยตรงที่ต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้า

3. การให้ผู้เรียนได้เรียนโดยใช้ความพิจารณา จะช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการพัฒนาสมรรถภาพขั้นสูงของสมอง

จากจิตวิทยาพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวสรุปได้ว่า ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ผู้สอนต้องจัดกิจกรรม หรือสร้างสถานการณ์การช่วยให้นักเรียนได้วางแผนกำหนดแนวทางวิธีการในการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง จนกระทั่งได้คำตอบ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดและหลักการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน อันจะก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด

## 2.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นมีผู้กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนไว้หลายท่าน ดังต่อไปนี้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 102) กล่าวถึงบทบาทของครูไว้ดังนี้

1. ป้อนคำถามเด็กเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องเป็นผู้จัดการป้อนคำถามจะต้องป้อนคำถามแก่จะต้องรู้ว่าคำถามอะไร ถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความคิด ถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความจำ และถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความเข้าใจ เวลาเด็กถามก็อย่าทำตัวเป็นห้องสมุดเคลื่อนที่ บอกคำตอบเด็กไปทันที เพราะการทำเช่นนั้นจะไม่ทำให้เด็กรู้จักใช้ความคิด นานๆครั้งครูจึงควรตอบคำถามโดยตรงซักครั้งหนึ่งพึงระลึกว่าหน้าที่ของครูแบบสืบเสาะหาความรู้ ต้องเป็นนักถาม – แต่ไม่ใช่คำตอบ

2. เมื่อได้ตัวปัญหาแล้วให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการเอง เมื่อตกลงกันได้แล้วก็ให้แต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการต่อไป และถ้านักเรียนยังแก้ปัญหาไม่ได้ ครูอาจเล่าตัวอย่างจริงที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบเรื่องนี้เพื่อเป็นแนวทางก็ได้

สุพิน บุญชูวงศ์ (2538 : 61 – 62) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูไว้ ดังนี้

1. ป้อนคำถามแก่นักเรียนเพื่อเป็นการนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องรู้จักป้อนคำถามโดยคำนึงว่าจะป้อนคำถามอย่างไรนักเรียนจึงจะเกิดความคิด
2. เมื่อนักเรียนได้ตัวปัญหาแล้วให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหาคำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง
3. ถ้าปัญหายากเกินไป จนนักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันหาทางแก้ไขปัญหาคือต่อไป

สุวิมล เขียวแก้ว (2540 : 65) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูไว้ดังนี้

1. เป็นผู้วางแผนเลือกและจัดหาอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์ในชั้นเรียน กำหนดเวลาและขั้นตอนการสอน
2. เริ่มบทเรียนโดยการสังเกตความพร้อมของนักเรียนก่อนที่จะให้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ
3. สร้างปัญหาเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า โดยพยายามให้นักเรียนนิยามปัญหาอย่างชัดเจน
4. มอบหมายให้นักเรียนกำหนดวิธีการแก้ปัญหา และการวางแผนที่จะแก้ปัญหาให้ลุล่วงด้วยตนเอง
5. ครูแนะนำอุปกรณ์ วิธีใช้และข้อควรระวังต่าง ๆ
6. ครูใช้คำถามอย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกความคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้ความสามารถขั้นสูงของสมองอย่างเหมาะสม และในขณะเดียวกันครูก็ฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามถามครูในสิ่งที่ยังสงสัย โดยครูไม่จำเป็นต้องรีบตอบคำถามของนักเรียน แต่ควรชี้แนะทางให้นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง
7. ครูควรสังเกตลำดับขั้นตอนในการคิดหาเหตุผลของนักเรียน และให้คำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนต่าง ๆ เมื่อจำเป็น ด้วยการกระตุ้นให้นักเรียนพยายามหาคำตอบได้ด้วยตนเองมากกว่าที่ครูจะแนะนำให้ทั้งหมด

8. ถ้าปัญหาใดยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ครูก็ควรจะช่วยเหลือโดยการเป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มการทดลองนั้น

9. ครูควรให้กำลังใจนักเรียนมากกว่าวิพากษ์วิจารณ์ หรือการทำโทษ

10. ครูควรพยายามชี้ให้นักเรียนตระหนักถึงข้อดี ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อนักเรียนจะได้มีเจตคติที่ดีต่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จันทร์พร พรหมมาศ (2541 อ้างถึงใน สราวุฒิ บุญยีน, 2542 : 49-50) ได้สรุปถึงบทบาทของครู และนักเรียนไว้ดังนี้

บทบาทของครู

1. ศึกษาแนวคิดและวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบวงจรการเรียนรู้ให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน

2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติอย่างอิสระและสรุปสร้างความรู้ด้วยตนเอง

3. ชักจูงและกระตุ้นให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนให้มากที่สุด

4. กระตุ้นให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนนักเรียนและปฏิสัมพันธ์กับครู

5. กระตุ้นให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความรู้

6. กระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายโต้แย้ง และแสดงความคิดเห็นระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

7. สนับสนุนให้มีการสะท้อนความคิด วิเคราะห์ และวิจารณ์ความเห็นระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

8. ค้นคว้าความคิดของผู้เรียนก่อนเสนอความคิดของตนเอง รวมทั้งอธิบายหรือให้ความรู้ต่าง ๆ หลังจากที่นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง

9. จัดเตรียมอุปกรณ์ ข้อมูล ความรู้ และสื่อต่าง ๆ ที่เหมาะสม

10. ทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ผู้สังเกตและผู้ช่วยนักเรียน โดยช่วยเหลือหรือให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็น เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินตามวิธวงจรการเรียนรู้ ครูอาจใช้การซักถามหรือตอบคำถามของนักเรียน คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น หรือการให้เหตุผล ซึ่งทำให้ครูสามารถวิเคราะห์ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติของนักเรียนได้ นอกจากนี้ครูควรให้เวลานักเรียนในการตอบคำถามพอสมควร ไม่ควรเร่งรัดหรือบอกว่าถูกหรือผิดทันที

11. กระตุ้นให้นักเรียนบอกหรืออภิปรายเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจแนวคิดด้วยคำพูดของนักเรียนเอง เพื่อตรวจสอบและช่วยแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

12. มีบุคลิกภาพที่เป็นกันเอง ขอมรับและสนับสนุนความคิดของนักเรียน ให้โอกาสนักเรียนในการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รวมถึงมีเจตคติที่ดีต่อนักเรียน เพื่อเสริมสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดีที่นักเรียนสามารถกล้าพูด กล้าทำ และกล้าแสดงออก ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสอนโดยใช้วิธีวงจรการเรียนรู้

13. ทำการประเมินหลังการสอนทุกครั้ง เพื่อนำผลมาปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

#### บทบาทของนักเรียน

1. ลงมือปฏิบัติเพื่อศึกษาและสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยศึกษา คิด วิเคราะห์ วิจัย จัดกระทำวัสดุอุปกรณ์และข้อมูลต่าง ๆ ที่ครูจัดเตรียมให้ กำหนดวิธีการศึกษา ออกแบบการทดสอบ ทำการทดสอบ และสรุปผลการทดสอบ

2. มีความตั้งใจและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา โดยกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก

3. แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนนักเรียน โดยเฉพาะสมาชิกภายในกลุ่ม

4. เปิดโอกาสและรับฟังความคิดเห็นและประสบการณ์ของเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

5. ขอมรับฟังหรือตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล

6. ซักถามเมื่อเกิดปัญหาที่สงสัย ตลอดจนศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ

7. ประเมินและปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเองอย่างสม่ำเสมอ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544 : 57) ได้กล่าวถึงบทบาทของครู ไว้ดังนี้

1. เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด (Catalyst) โดยกำหนดปัญหาแล้วให้นักเรียนวางแผนหาคำตอบหรือกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาและวางแผนหาคำตอบเอง

2. เป็นผู้ให้การเสริมแรง (Reinforcer) โดยการให้คำชม เพื่อให้กำลังใจและเพื่อเกิดพฤติกรรมการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง

3. เป็นผู้ให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback Action) โดยการบอกข้อดีและข้อบกพร่องแก่นักเรียน

4. เป็นผู้แนะนำและกำกับ (Guide and Director) เป็นผู้แนะนำเพื่อให้เกิดความคิดและกำกับควบคุมมิให้ออกนอกกลุ่มนอกทาง

5. เป็นผู้จัดระเบียบ (Organizer) เป็นผู้จัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์และสื่อการสอนแก่นักเรียน

กล่าวโดยสรุป บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่าครูมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งแนะแนวทางให้นักเรียนในการสร้างความรู้ด้วยตนเองเพื่อให้ผู้เรียนสามารถค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ขณะเดียวกันนักเรียนจะต้องแลกเปลี่ยนความรู้ กันคว่าหาคำตอบด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนนักเรียน และรู้จักแสดงความคิดเห็น เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิด

จากการศึกษาบทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ข้างต้นนั้นสามารถสรุปเป็นตารางแสดงบทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ได้ดังนี้

ตาราง 1 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

กระบวนการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทเรียนของนักเรียน
ขั้นเร้าความสนใจ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สร้างและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน</li> <li>- อาจจะใช้การสาธิต ยกสถานการณ์ เป็นต้น</li> <li>- สร้างความอยากรู้อยากเห็น</li> <li>- ชักถามนักเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ของนักเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตั้งคำถามกับตัวเอง เช่น ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น รู้อะไรบ้าง</li> <li>- ทำอย่างไรจึงจะตอบคำถามได้</li> <li>- ให้ความสนใจต่อสิ่งต่าง ๆ ที่ครูนำเสนอ</li> </ul>
ขั้นการสำรวจ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ สถานการณ์ สื่อการสอน และข้อมูลต่าง ๆ</li> <li>- กระตุ้นให้นักเรียนดำเนินงานของตน</li> <li>- สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนโดยเฉพาะขณะที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ ต่อกัน</li> <li>- ช่วยกันเท่าที่จำเป็น อาจใช้คำถาม นำบ้าง</li> <li>- ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คิดอย่างอิสระภายใต้ขอบเขตของเรื่องที่กำลังศึกษา</li> <li>- แสดงความคิดเห็นและสื่อความหมายข้อมูลร่วมกันกับเพื่อน</li> <li>- ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐาน</li> <li>- ร่วมกันอภิปรายถึงแนวทางหรือทางเลือกใหม่</li> <li>- บันทึกการสังเกตและแนวความคิด</li> </ul>
ขั้นการอธิบาย	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายมโนคติและนิยามด้วยตนเอง</li> <li>- ให้คำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายแสดงเหตุผลโดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่มาอธิบายหรือนิยาม</li> <li>- สังเกตและช่วยเหลือนักเรียนเท่าที่จำเป็น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้</li> <li>- รับฟังและพิจารณาคำอธิบายของเพื่อนและครู เพื่อนำไปวิเคราะห์ประมวลความรู้</li> <li>- อธิบายโดยใช้ข้อมูลจากการสังเกตในขั้นการสำรวจ</li> </ul>

ตาราง 1 (ต่อ) แสดงบทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

กระบวนการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทเรียนของนักเรียน
<p>ขั้นการศึกษา</p> <p>รายละเอียดและลงข้อสรุป</p>	<p>- จัดเตรียมสถานการณ์หรือสื่อการสอนต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนนำ มโนคติหรือประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์กับ สถานการณ์อื่น ๆ</p>	<p>- ประยุกต์นิยามและทักษะในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน และแยกแยะในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน</p> <p>- ใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ มาอธิบายและประกอบ การตัดสินใจ</p>
<p>ขั้นการประเมินผล</p>	<p>- ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน</p> <p>- ให้นักเรียนมีโอกาประเมินผลการเรียนรู้ และทักษะด้วยตนเอง (อาจประเมินเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม)</p> <p>- ใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นให้นักเรียนตอบ เช่น ทำไมจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนจะอธิบายได้อย่างไร</p>	<p>- ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้ เป็นพื้นฐาน</p> <p>- ประเมินตนเองว่ามีความรู้มากน้อยเพียงใด</p> <p>- ประเมินความรู้ความเข้าใจของเพื่อนร่วมชั้นเรียน</p> <p>- ถามคำถามแสดงความสัมพันธ์ และกระตุ้นการสืบค้นในอนาคต</p>

(ที่มา : วิชาญ เลิศลพ , 2543 : 307-308)



## 2.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีสอนที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อม จัดลำดับเนื้อหา แนะนำหรือช่วยให้นักเรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเอง ส่วนนักเรียนสามารถเรียนรู้ ศึกษา ค้นคว้า สร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง นักเรียนมีอิสระในการดำเนินการทดลองอย่างเต็มที่

ประจวบจิตร คำจตุรัส ( 2537 : 50) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนแบบสืบเสาะไว้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาและกระบวนการแสวงหาความรู้
2. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้มนต์ทางวิทยาศาสตร์ได้รวดเร็ว
3. ช่วยพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลของผู้เรียน
4. ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการแสวงหาจากภายในมากกว่าภายนอก
5. ทำให้ความรู้ที่ผู้เรียนได้รับคงทน และสามารถใช้ในการชีวิตประจำวันได้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542 : 126) กล่าวถึงข้อดีไว้ดังนี้

1. นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาการคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้ตลอดเวลา
2. นักเรียนได้มีโอกาสได้ฝึกความคิด และฝึกการกระทำ ทำให้นักเรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นาน และนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีก
3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. นักเรียนสามารถเรียนรู้ความคิดรวบยอด และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้ คือ

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายและถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำและเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้น เพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอตอบคำถามได้ แต่ นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมอ อาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544 : 60-61) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์ และนักจัดระเบียบ

2. การค้นพบด้วยตนเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ

3. ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีค้นหาคำความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. ช่วยให้อึดจำความรู้ได้นาน และสามารถถ่ายโยงความรู้ได้

5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้การเรียนมีความหมายเป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวา

6. ช่วยพัฒนาอึดทน โน้ทนแก่นักเรียน

7. พัฒนาให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

8. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะทำการสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยตนเอง สามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

9. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

10. ได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

11. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามกำหนดไว้

2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตาม จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน

3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ หรือไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้

4. เป็นการลงทุนสูง ซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

5. ถ้านักเรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงานซึ่งเกิดการเรียนรู้

6. ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก ถ้าครูมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้านอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศในห้องเรียน

7. ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญา อาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีสอนแบบ

ซาโรช โสภีรักษ์ (2546 : 79) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดไว้ดังนี้

ข้อดี

1. เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติด้วยตนเอง
2. กิจกรรมที่ผู้เรียนกำหนดเอง ดังนั้นจึงเป็นการฝึกให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดสร้างสรรค์
4. ทำให้ผู้เรียนทำงานด้วยกันเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. ผู้เรียนสามารถทำงานตามความสามารถของผู้เรียนเอง

ข้อจำกัด

1. ถ้ามีแหล่งความรู้จำกัดก็จะทำให้วิธีการแก้ปัญหาเหนื่อยเกินไปทำให้นักเรียนเกิดความรู้น้อยกว่า

2. ถ้าขาดการรายงานที่ดีจะทำให้เสียเวลามาก

3. ถ้าผู้เรียนขาดความกระตือรือร้นและขาดวินัยก็จะทำให้ผลที่ได้ไม่ตรงกับวัตถุประสงค์

4. ถ้าผู้สอนไม่เอาใจใส่ติดตามหรือขาดการดูแลที่ดี ก็จะทำให้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์

สุวิทย์ และอรทัย มูลคำ (2547 : 142) ได้กล่าวถึงข้อดีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

2. ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นานสามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3. เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระ มีชีวิตชีวาและสนุกสนานกับการเรียนรู้

4. ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิธีและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการเรียนรู้แต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้สาระการเรียนรู้ไม่ครบถ้วนตามที่กำหนด

2. ถ้าปัญหาหรือสถานการณ์ง่ายหรือยากเกินไป ไม่เข้าใจหรือไม่น่าสนใจ จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน

3. เป็นวิธีการที่มีการลงทุนสูง ซึ่งบางครั้งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

4. ผู้สอนต้องใช้เวลาในการวางแผนมาก

จากเอกสารเกี่ยวข้องกับวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น สามารถสรุปได้ว่า สิ่งที่เน้นก็คือกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพราะผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา และเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการค้นหาคำตอบของนักเรียน ดังนั้นครูจึงควรจัดการเรียนการสอนในรูปแบบที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของนักเรียนให้มากที่สุด เพื่อให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลนั่นเอง

### 3. วิธีการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบปกติ

ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำวิธีการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบปกติมาศึกษาทำการวิจัยซึ่งเป็นวิธีการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองตามแนวของ สสวท. โดยมีขั้นตอนกิจกรรมสำคัญของการสอนวิธีนี้ ดังนี้ คือ

#### 3.1 ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนว สสวท.

การเรียนการสอนรูปแบบ สสวท. จัดเป็นการสอนแบบสืบเสาะรูปแบบหนึ่ง ซึ่งทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งขั้นตอนการสอนไว้ 3 ขั้นตอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2519 อ้างถึงใน อติสร มณีศิริ, 2537 : 33) ดังนี้

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre – Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น คิดสงสัย และแนวทางให้ผู้เรียนหาคำตอบ ตลอดจนให้คำแนะนำในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ตอบปัญหา

2. ปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลองผู้สอนคอยควบคุมให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด กระตุ้น สนับสนุน ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน นักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูล

3. อภิปรายหลังการทดลอง (Post – Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูล หรือผลการทดลองสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ คำถามจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็น มีแนวคิดที่กว้างขวางขึ้น และมีการอภิปรายข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทดลองด้วย

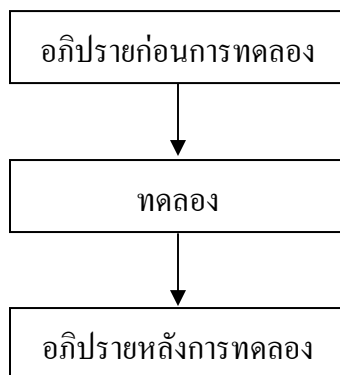
ต่อมาสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีการปรับปรุงหลักสูตร และได้ประกาศใช้ในปี พ.ศ. 2533 ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนว สสวท. ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนใหญ่ ดังนี้ (2533 อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2537 : 119-120)

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐาน ครุชี้แจงวิธีปฏิบัติการทดลอง พร้อมทั้งข้อควรระวัง ข้อควรสังเกตในการทดลอง หรือวิธีรวบรวมข้อมูล

2. ขั้นการทดลอง เป็นขั้นที่ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามกิจกรรมและวิธีการในแบบเรียน กรณีเนื้อหาในบทเรียนไม่มีการทดลองจะใช้การอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเป็นหลักการหรือมโนทัศน์ตามวัตถุประสงค์

โดยผู้วิจัยนำการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนว สสวท. ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 3 ขั้นตอน ได้แก่ การอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง ไปใช้ในการวิจัยสรุปได้ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท.

### 3.2 บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2519 : 6 –7) ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับ บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

บทบาทของครู

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ครูมั่นใจต่อเนื้อหาของบทเรียนได้มากขึ้น ครูควรจะได้ทดลองก่อนจะเข้าไปสอนในชั้นเพื่อดูผลหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร ควรสำรวจอุปกรณ์ และสารเคมีที่จะใช้ว่ามีความพร้อมสำหรับนักเรียนหรือไม่ ตลอดจนการวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อนำนักเรียนเข้าสู่ข้อสรุปโดยไม่ใช้เวลานานเกินไป

2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิดทำการทดลอง และร่วมอภิปรายทุกคน โดยนำเอาเทคนิคและการสอนต่าง ๆ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถาม ตลอดจนการเสริมแรงมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา

3. ครูควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่าย พอเหมาะกับความสามารถของนักเรียนทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูงให้ได้ใช้ความสามารถของตนอย่างเต็มที่ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถามอย่างบอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำเพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบเองได้ ควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคน แม้ว่าคำถามนั้นจะไม่เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ก็ตาม ครูควรชี้แจงให้นักเรียนทราบและเบนความสนใจของนักเรียนมาสู่เรื่องที่กำลังเรียนอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามนั้นควรจะได้หยิบยกมาอภิปรายในภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนตลอดเวลา อาจจะมีบ้างบางโอกาสที่ครูไม่สามารถตอบคำถามที่นักเรียนซักถามได้ ควรจะชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่เป็นผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะได้ค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวคิด หรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไปเมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอและแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำที่จะให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่มีความมั่นใจได้เพียงพอจึงสรุป

7. ครูควรนำเอาการสอนแบบอื่น ๆ เช่น การสาธิต หรือการใช้คำอธิบายมาใช้เพิ่มเติม เมื่อมีความจำเป็นหรือ โอกาสที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะช่วยเสริมการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

บทบาทของนักเรียน

1. ทำความเข้าใจประเด็นปัญหา หรือเรื่องที่กำลังศึกษาอย่างตั้งใจ
2. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม เช่น การตอบคำถาม การร่วมอภิปราย
3. ทำการทดลองอย่างระมัดระวัง
4. พยายามหาคำตอบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้การคิดวิเคราะห์จากข้อมูลและผลที่ได้

จากการทดลองหรือการอภิปราย

จากการศึกษาบทบาทของครูและนักเรียนในการสอนตามแนวของ สสวท. ข้างต้นนั้นสามารถสรุปเป็นตารางแสดงบทบาทของครูและนักเรียนในการสอนตามแนวของ สสวท. ได้ดังนี้

ตาราง 2 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท.

กระบวนการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทเรียนของนักเรียน
ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตั้งคำถามให้นักเรียนสงสัยใคร่รู้</li> <li>- กระตุ้นให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน</li> <li>- กระตุ้นให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมในขั้นทดลอง</li> <li>- บอกขั้นตอนการทดลอง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ทำความเข้าใจประเด็นปัญหา</li> <li>- ตอบคำถามครูเพื่อสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้</li> <li>- ตั้งสมมติฐาน</li> <li>- ฟังขั้นตอนการทดลอง</li> </ul>
ขั้นการทดลอง	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำการทดลอง</li> <li>- คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือในการเรียนการสอน ดูแลการใช้อุปกรณ์แต่ละชนิด เพื่อให้การทดลองดำเนินไปตามขั้นตอน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานหรือหาคำตอบของปัญหา</li> <li>- บันทึกผลการทดลอง</li> </ul>
ขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ถามนักเรียนเพื่อให้ร่วมกันอภิปรายผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง</li> <li>- กระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันสรุป</li> <li>- สรุปผล และให้ความรู้กับนักเรียน</li> <li>- ประเมินผลการเรียนโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ช่วยกันอภิปรายผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง</li> <li>- ช่วยกันสรุปผลการทดลอง</li> <li>- ฟังครูสรุปผลการทดลอง</li> <li>- ทำแบบทดสอบ แบบฝึกหัดที่ครูมอบหมาย</li> </ul>

(ที่มา : วาสนา วินิจกุล , 2546 : 32)



### 3.3 จุดเด่นและจุดด้อยของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท.

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง และนับว่าเป็นกลวิธีที่ครูใช้ปฏิบัติการสอน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ รูปแบบการสอนแต่ละรูปแบบย่อมมีจุดเด่นและจุดด้อยแตกต่างกันไป ดังนั้นครูจะต้องเลือกรูปแบบการสอนให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอการวิเคราะห์จุดเด่นและจุดด้อยของการเรียนการสอนตามแนวของ สสวท. ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จุดเด่นของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท.

1. นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยปัญหา โดยที่ครูเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนกิจกรรมการเรียน นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการ ครูจะใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด และให้คำแนะนำแก่นักเรียน
2. ครูสามารถกำหนดสื่อการเรียนการสอน ใบงาน และเครื่องมือวัดผลได้ล่วงหน้า ทำให้การจัดการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างรวดเร็ว ตรงตามเป้าหมายของครู
3. ครูสามารถควบคุมชั้นเรียนได้ง่าย นักเรียนสามารถทำกิจกรรมการเรียนได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และครูสามารถวัดและประเมินผลการเรียนการสอนได้ตามกำหนด
4. การวัดผลและประเมินผล เป็นไปตามความคาดหวังของครู ครูสามารถกำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังจากนักเรียนได้ และเลือกใช้เครื่องมือวัดได้ตรงตามต้องการ

จุดด้อยของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท.

1. ให้โอกาสครูในการกำหนดบทเรียนมากเกินไป ทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนลดลง ในการจัดกิจกรรมแต่ละเรื่องส่วนใหญ่จะเน้นบทบาทในการให้ความรู้และการร่วมอภิปรายของครูมากส่งผลให้ครูใช้การสอนแบบบรรยายตามแบบเรียน กลายเป็นการเรียนการสอนแบบท่องจำนักเรียนจะเกิดความเบื่อหน่าย
2. กิจกรรมของ สสวท. ส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมสำเร็จรูป เพียงนักเรียนทำตามขั้นตอนก็จะได้คำตอบ หรือหากนักเรียนอ่านตามแบบเรียนก็จะพบคำตอบ ซึ่งไม่ท้าทายและส่งเสริมการแสวงหาความรู้ของนักเรียน ทำให้นักเรียนไม่ตระหนักและไม่เห็นความสำคัญของตัวความรู้
3. การเรียนการสอนครูเป็นผู้กำหนดบทบาทของนักเรียน นักเรียนไม่ค่อยแสดงออกด้านการอภิปราย การคิด การกระทำ และขาดเป้าหมายในการเรียน
4. ขาดการประเมินผลที่ชัดเจน เพราะในคู่มือหรือแบบเรียนไม่ได้กำหนดเอาไว้การประเมินผลส่วนใหญ่เน้นที่การประเมินผลของครู ทำให้ได้ผลเพียงด้านเดียว

จากเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวของ สสวท.ซึ่งเป็นการสอนแบบปกติของการสอนวิทยาศาสตร์เดิมอยู่แล้ว ผู้วิจัยจึงนำมาใช้ในการเปรียบเทียบในการสร้างบทเรียนบนเครือข่ายกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อศึกษาผลการเรียนที่เกิดขึ้น

#### 4. การเรียนการสอนบนเครือข่ายหรือบนเว็บ

##### 4.1 ความหมายของการเรียนการสอนบนเครือข่าย

การเรียนการสอนบนเครือข่าย หรือ Web-Based Instruction ถือเป็นสื่อการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่มีความได้รับความสนใจจากนักการศึกษาเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนการสอนบนเว็บเป็นการประยุกต์ใช้บริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อันมีคุณสมบัติทั้งด้านการเชื่อมโยงข้อมูลที่รวดเร็ว เสนอภาพ ตัวอักษร และเสียง ได้ตลอดเวลาและทุกสถานที่ อินเทอร์เน็ตจึงถูกนำมาใช้เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย ซึ่งความหมายของการเรียนการสอนบนเว็บนั้น ได้มีนักวิชาการและนักการศึกษาให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

กิดานันท์ มลิทอง (2543 : 344) ให้ความหมายว่า การเรียนการสอนบนเครือข่าย เป็นการใช้เว็บในการเรียนการสอน โดยอาจใช้สื่อบนเว็บเพื่อนำเสนอบทเรียนในลักษณะสื่อหลายมิติ ของวิชาทั้งหมดตามหลักสูตรหรือใช้เพียงการเสนอ ข้อมูลบางอย่างเพื่อประกอบการสอนก็ได้ รวมทั้งใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะต่างๆของการสื่อสารที่มีอยู่ในระบบ อินเทอร์เน็ต เช่น การเขียนโต้ตอบกัน ทางไปรษณีย์ อิเล็กทรอนิกส์และการพูดคุยสดด้วยข้อความและเสียง มาใช้ประกอบด้วยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

Relan and Gillani (1995 อ้างถึงใน กิดานันท์ มลิทอง, 2543 : 344) ให้ความหมายว่า การเรียนการสอนบนเครือข่ายเป็นการประยุกต์ที่แท้จริงของการใช้วิธีการต่าง ๆ มากมาย โดยการใช้สื่อบนเครือข่ายเป็นทรัพยากรเพื่อการสื่อสารและใช้เป็น โครงสร้างสำหรับการแพร่กระจายทางการศึกษา

Clark (1996 อ้างถึงใน กิดานันท์ มลิทอง, 2543 : 344) ได้ให้ความหมายว่า การสอนบนเครือข่ายเป็นการสอนรายบุคคลโดยการใช้ข่ายงานคอมพิวเตอร์สาธารณะหรือข่ายงานส่วนบุคคล โดยการใช้โปรแกรมค้นดูในการเสนอผล และสามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยผ่านทางข่ายงาน

ฉัฐกร สงคราม (2543 : 19) กล่าวว่า การเรียนการสอนบนเครือข่าย เป็นการจัดสภาพ การเรียน การสอนที่ได้รับการออกแบบอย่างมีระบบ โดยอาศัยคุณสมบัติและทรัพยากรของเวปไซด์ไว้เป็น สื่อกลางในการถ่ายทอด เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ โดยอาจจัดเป็น การเรียนการสอนทั้งกระบวนการ หรือนำมาใช้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของกระบวนการทั้งหมด การเรียน การสอนบนเครือข่าย จึงถือเป็นวิธีการใหม่ที่จะช่วยส่งเสริมพัฒนาให้เกิดการเรียนรู้ และช่วยขจัดปัญหา เรื่องอุปสรรคของการเรียนการสอนทางด้านสถานที่และเวลา

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2547 : 10) ได้ให้ความหมายการเรียนการสอนบนเครือข่าย ว่าหมายถึง การใช้คุณสมบัติของไฮเปอร์มีเดียและคอมพิวเตอร์เครือข่าย ซึ่งรวมทั้งเครื่องมือสื่อสารในการสรรค์ สร้างกิจกรรมการเรียนทำให้เกิดการเรียนรู้ โดยผู้เรียนผู้สอนไม่จำเป็นต้องอยู่พร้อมกัน ณ สถานที่ เดียวกัน โดยเน้นการจัดการเรียนการสอนที่หวังผลการเรียนรู้เชิงวิชาการในรูปแบบต่าง ๆ

กรกช รัตนโชตินันท์ (2547 : 31) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การเรียนการสอนบนเครือข่าย หมายถึง เป็นการใช้โปรแกรมหลายมิติในการนำเสนอบทเรียน โดยอาศัยคุณสมบัติของเวปไซด์ ไว้ที่สามารถติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลถึงกันได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ซึ่งจะจัดสภาพการเรียน การสอนบนเว็บแค่บางส่วนหรือทั้งหมดของการเรียนการสอนก็ได้ ทำให้ช่วยแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัด ด้านสถานที่และเวลา

ดาริกานต์ เกษณ์สาคร (2548 : 10) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การเรียนการสอนบนเครือข่าย หมายถึง ลักษณะของการสื่อสารเรียนรู้ที่ออกแบบโดยใช้ระบบอินเทอร์เน็ต เสนอผ่านเวปไซด์ไว้ นำมาใช้ในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนที่หลากหลายและน่าสนใจ สนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมายเชื่อมโยงเครือข่ายที่สามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา โดยมีลักษณะที่ผู้สอนและผู้เรียนมี ปฏิสัมพันธ์กันผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงซึ่งกันและกันได้ทั่วโลก

จากนิยามและความคิดเห็นของนักวิชาการและนักการศึกษาทั้งในต่างประเทศและภายใน ประเทศไทยดังที่กล่าวมาแล้วนั้น สามารถสรุปได้ว่าการเรียนการสอนบนเครือข่าย เป็นการจัดสภาพ การเรียนการสอนที่ใช้คุณสมบัติของไฮเปอร์มีเดียและคอมพิวเตอร์เครือข่าย รวมทั้งเครื่องมือสื่อสารใน การสรรค์สร้างกิจกรรมการเรียนทำให้เกิดการเรียนรู้ โดยอาจจัดเป็นการเรียนการสอนทั้งกระบวนการ หรือนำมาใช้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของกระบวนการทั้งหมดของการเรียน เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการเรียน การสอนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และช่วยขจัดปัญหาเรื่องอุปสรรคของการเรียนการสอนทางด้าน สถานที่และเวลาอีกด้วย

## 4.2 ประเภทและลักษณะของการเรียนการสอนบนเครือข่าย

ในการแบ่งประเภทและลักษณะของการเรียนการสอนบนเครือข่ายสามารถแบ่งได้ดังนี้ โดย James (1997) ได้แบ่งประเภทของเว็บการศึกษาตามโครงสร้างเว็บทางการศึกษาว่า โครงสร้างเว็บทางการศึกษามีหลายรูปแบบ ถ้าแยกตามประโยชน์การใช้งานสามารถแยกได้เป็น 3 โครงสร้าง คือ

1. โครงสร้างแบบค้นหา(Eclectic Structure) เป็นเว็บที่ไม่มีการกำหนดขนาดรูปแบบไม่มีโครงสร้างที่ผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์กับเว็บ ลักษณะของเว็บไซค์จะมีแต่การให้ใช้เครื่องมือในการสืบค้น หรือเพื่อบางสิ่งที่ต้องการค้นหาตามที่กำหนด โครงสร้างเช่นนี้เป็นแบบเปิดให้ผู้เรียนเข้ามาค้นคว้าเนื้อหาในบริบท

2. โครงสร้างแบบสารานุกรม(Encyclopedia Structure) เว็บจำนวนมากมีโครงสร้างในลักษณะนี้ โครงสร้างข้อมูลเช่นนี้อาจใช้โครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้ (Tree) ในการเข้าสู่ข้อมูล ซึ่งเหมือนกับหนังสือที่มีเนื้อหาและมีการจัดเป็นบทเป็นตอน ซึ่งผู้เรียนสามารถผ่านเข้าไปหาข้อมูลเครื่องมือ ที่อยู่ในเว็บหรือภายนอก

3. โครงสร้างแบบการเรียนการสอน(Pedagogic Structure) เว็บแบบนี้จะมีโครงสร้างหลายรูปแบบที่นำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้ตรงตามความต้องการ

การเรียนการสอนบนเครือข่าย ตามแนวคิดของ Parson (1997) แบ่งประเภทของการเรียนการสอนบนเครือข่าย ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การเรียนการสอนบนเครือข่าย แบบรายวิชาเดี่ยว (Stand - Alone Courses) เป็นรายวิชาที่มีเครื่องมือและแหล่งที่เข้าไปถึงและเข้าหาได้โดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ตอย่างมากที่สุด ถ้าไม่มีการสื่อสารก็สามารถที่จะไปผ่านระบบคอมพิวเตอร์สื่อสารได้ (Computer Mediated Communication ) หรือ CMC ลักษณะของการเรียนการสอนบนเว็บแบบนี้มีลักษณะเป็นแบบวิชาเขตนักศึกษาจำนวนมากที่เข้ามาใช้จริง แต่จะมีการส่งข้อมูลจากรายวิชาทางไกล

2. การเรียนการสอนบนเครือข่าย แบบสื่อบนเว็บสนับสนุนรายวิชา (Web Supported Courses) เป็นรายวิชาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมที่มีการพบปะระหว่างครูกับนักเรียน และมีแหล่งให้มาก เช่น การกำหนดงานที่ให้ทำบนสื่อบนเว็บ การกำหนดให้อ่าน การสื่อสารผ่านระบบคอมพิวเตอร์ หรือการมีสื่อบนเว็บที่สามารถชี้ตำแหน่งของแหล่งบนพื้นที่ ของเว็บไซค์โดยรวมกิจกรรมต่างๆเอาไว้

3. การเรียนการสอนบนเครือข่าย แบบศูนย์การศึกษา (Web Pedagogical Resources) เป็นชนิดของเว็บไซต์ ที่มีวัตถุคียบ เครื่องมือ ซึ่งสามารถรวบรวมรายวิชาขนาดใหญ่เข้าไว้ด้วยกัน หรือเป็นแหล่งสนับสนุนกิจกรรมทางการศึกษาซึ่งผู้ที่เข้ามาใช้ก็จะมีสื่อให้บริการหลายรูปแบบเช่น ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและการสื่อสาร ระหว่างบุคคล เป็นต้น

Doherty (1998) การเรียนการสอนบนเครือข่ายต้องอาศัยคุณลักษณะของอินเทอร์เน็ต 3 ประการ ในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด นั่นก็คือ

1. การนำเสนอ (Presentation) เป็นไปในแบบเว็บไซต์ที่ประกอบไปด้วย ข้อความภาพกราฟิก ซึ่งสามารถนำเสนอได้อย่างเหมาะสมในลักษณะของสื่อคือ

1.1 การนำเสนอแบบสื่ออย่างเดี่ยว เช่น ข้อความ

1.2 การนำเสนอแบบคู่ เช่น ข้อความกับภาพกราฟิก บางครั้งอยู่ในรูป PDF ซึ่งผู้เรียนสามารถดาวน์โหลดไฟล์ได้

1.3 การนำเสนอแบบมัลติมีเดีย ประกอบด้วย ข้อความ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง และภาพยนตร์ หรือวิดีโอ

2. การสื่อสาร (Communication) การสื่อสารบนอินเทอร์เน็ตมีหลายรูปแบบ ดังนี้

2.1 การสื่อสารทางเดี่ยว โดยดูจากเว็บเพจ

2.2 การสื่อสารสองทาง เช่น การส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์โต้ตอบกัน

2.3 การสื่อสารแบบหนึ่งแหล่งไปหลายแหล่ง เป็นการส่งข้อความจากแหล่งเดียวแพร่กระจายไปหลายแหล่ง เช่นการอภิปรายจากคนคนเดียวให้คนอื่นๆ ได้รับฟัง หรือการประชุมทางคอมพิวเตอร์

2.4 การสื่อสารหลายแหล่งไปสู่หลายแหล่ง เช่น การใช้กระบวนการกลุ่มในการสื่อสารบนเว็บ โดยมีคนที่ใช้หลายคนและคนรับหลายคนเช่นกัน

3. การทำให้เกิดความสัมพันธ์ (Dynamic Interaction) เป็นคุณลักษณะที่สำคัญของอินเทอร์เน็ต มี 3 ลักษณะคือ

3.1 การสืบค้น

3.2 การหาวิธีการเข้าสู่เว็บ

3.3 การตอบสนองของมนุษย์ในการใช้เว็บ

Hannum (1998) ได้จัดรูปแบบของการเรียนการสอนบนเครือข่ายเป็น 4 ลักษณะ คือ

1. รูปแบบการเผยแพร่ (Publishing) แบ่งย่อยออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

1.1 รูปแบบห้องสมุด (Library Model) เป็นรูปแบบที่ใช้ประโยชน์จากความสามารถเข้าถึงแหล่งทรัพยากรที่มีอยู่หลากหลาย โดยการเชื่อมโยงไปยังแหล่งเสริมต่าง ๆ เช่น สารานุกรมออนไลน์ วารสารออนไลน์ หรือหนังสือออนไลน์ เป็นรูปแบบที่นำลักษณะทางกายภาพของห้องสมุดที่มีทรัพยากรอยู่มากมาประยุกต์ใช้ ส่วนประกอบของรูปแบบนี้ได้แก่ สารานุกรมออนไลน์ วารสารออนไลน์ หนังสือออนไลน์ สารบัญการอ่านออนไลน์ เว็บไซต์ห้องสมุดต่าง ๆ เว็บงานวิจัย รวมถึงรายชื่อเว็บที่มีข้อมูลสัมพันธ์กับรายวิชาต่าง ๆ

1.2 รูปแบบหนังสือเรียน (Textbook Model) เป็นรูปแบบที่ผู้สอนจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการเรียนในชั้นเรียนปกติไว้แบบออนไลน์ ผู้สอนสามารถเตรียมเนื้อหาออนไลน์ให้แก่ผู้เรียนเป็นรูปแบบที่ต่างจากรูปแบบห้องสมุด คือรูปแบบที่จะเตรียมเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอนโดยเฉพาะ ในขณะที่รูปแบบห้องสมุดเป็นลักษณะที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหาที่ต้องการจากการเชื่อมโยงที่เตรียมไว้ ส่วนประกอบของรูปแบบหนังสือเรียนนี้ประกอบด้วย บันทึกของหลักสูตรบันทึกเนื้อหา รายวิชา ข้อเสนอแนะในชั้นเรียน สไลด์นำเสนอเนื้อหา วิดีทัศน์และภาพที่ใช้ในชั้นเรียนและเอกสารที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น ประมวลรายวิชา ตารางสอบ งานที่มอบหมาย เป็นต้น

1.3 รูปแบบการสอนอย่างมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Instruction Model) เป็นรูปแบบที่จัดให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาที่นำเสนอให้โดยอาศัยคุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มาประยุกต์ใช้ส่วนประกอบของรูปแบบได้แก่ การสอนออนไลน์ การมีปฏิสัมพันธ์ การฝึกปฏิบัติและการให้ผลย้อนกลับ และสถานการณ์จำลอง

2. รูปแบบการสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ (Computer-Mediated Communications Model) เป็นรูปแบบที่จัดให้ผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้เรียนด้วยกันหรือกับผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญก็ได้ โดยใช้หลากหลายวิธีการสื่อสาร องค์ประกอบของรูปแบบนี้ ได้แก่ อีเมล กลุ่มอภิปราย และการสนทนาออนไลน์ การประชุมผ่านคอมพิวเตอร์

3. รูปแบบผสม (Hybrid Model) รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บรูปแบบนี้เป็นการรวมระหว่างรูปแบบการเผยแพร่และรูปแบบการสื่อสารเข้าด้วยกัน เช่น เว็บไซต์ที่รวมห้องสมุดและหนังสือเรียน เว็บไซต์ที่รวมเอกบันทึกของหลักสูตร บันทึกเนื้อหารายวิชาพร้อมกับกลุ่มอภิปราย และเว็บไซต์ที่รวมรายชื่อของเว็บที่เป็นแหล่งเสริมความรู้เข้าไว้กับความสามารถของอีเมล เป็นต้น

4. รูปแบบห้องเรียนเสมือน (Virtual Classroom Model) เป็นรูปแบบที่นำลักษณะเด่น ๆ ของรูปแบบต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมาใช้ร่วมกัน โดย Hiltz (1993) ได้ให้คำนิยามของห้องเรียนเสมือนว่าเป็นสภาพแวดล้อมที่มีทรัพยากรออนไลน์มาจัดเป็นการเรียนการสอนแบบร่วมมือระหว่างผู้เรียนด้วยกันและระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ระหว่างชั้นเรียนกับสถาบันการศึกษาอื่น หรือกับชุมชนอื่นที่ไม่ใช่สถาบันการศึกษา (Khan, 1997) นอกจากนี้ Turoff (1995) กล่าวว่าห้องเรียนเสมือนเป็นสภาพแวดล้อมในการเรียนการสอนผ่านระบบการสื่อสารทางคอมพิวเตอร์ มีลักษณะการเรียนแบบร่วมมือเน้นกระบวนการกลุ่มผ่านการติดต่อสื่อสารทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตองค์ประกอบของรูปแบบนี้ได้แก่รายชื่อของเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง ประมวลรายวิชา เนื้อหาในหลักสูตรกิจกรรมที่ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ผลย้อนกลับ คำแนะนำรายวิชา สื่อมัลติมีเดีย การเรียนแบบร่วมมือ การสื่อสารระหว่างกัน

ส่วน ใจทิพย์ ณ สงขลา (2547 : 14-15) ได้แบ่งประเภทของการเรียนการสอนบนเว็บไว้ 5 ลักษณะด้วยกัน คือ

1. เว็บเพื่อเสริมการสอนรายวิชา การเรียนโดยใช้เว็บเพื่อการสอนเสริมเป็นการจัดทำเว็บเพื่อให้เป็นแหล่งข้อมูลหรือสารสนเทศเพิ่มเติมเสริมจากการเรียนปกติ รวมทั้งอาจมีการจัดกิจกรรมการสื่อสารนอกเวลาการเรียนโดยใช้เว็บเป็นช่องทางการสื่อสารหลัก ซึ่งอาจเปิดเฉพาะให้กับผู้เรียนรายวิชานั้น หรืออาจเผยแพร่ให้กับผู้สนใจทั่วไปเข้าศึกษา

2. เว็บเพื่อการเรียนการสอนในหลักสูตร เว็บเพื่อการเรียนการสอนในหลักสูตรเป็นการกำหนดเว็บรายวิชาประกอบเข้าเป็นหลักสูตร มีการจัดเป็นระบบการเรียนการสอน การติดตามผลการเรียน บริหารจัดการ และบริการสารสนเทศให้กับผู้เรียน โดยผู้เรียนจะต้องลงทะเบียนในหลักสูตรดังกล่าว เว็บในลักษณะนี้มีปรากฏในลักษณะการศึกษาทางไกล ซึ่งอาจกำหนดเป็นโปรแกรมการเรียนการสอนทั้งหมดบนเครือข่าย หรือควบคู่ไปกับการศึกษาจากสื่อการเรียน หรือการเรียนที่ผู้เรียนผู้สอนต้องพบปะกันจริง (online/ off line)

3. เว็บเพื่อการจัดการเรียนในแบบดิจิทัลร่วม การจัดการเรียนแบบดิจิทัลร่วมด้วยเว็บเป็นการพัฒนาเว็บเพื่อเป็นสื่อกลางระหว่างการเรียนการสอนของสถาบันมากกว่าหนึ่งสถาบันร่วมกัน โดยทั่วไปมักเกิดขึ้นระหว่างสถาบันในและต่างประเทศ มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับเว็บเพื่อการเรียนการสอนในหลักสูตร

4. เว็บที่เป็นแหล่งข้อมูล เว็บที่เป็นแหล่งข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษา และบทเรียนที่จัดไว้เพื่อให้ผู้สนใจทั่วไป เข้าศึกษา อาจอยู่ในลักษณะของแหล่งข้อมูล หรือฐานข้อมูลบทความห้องสมุด

5. เว็บเพื่อการพัฒนาและอบรมบุคลากรในองค์กร อาจปรากฏในรูปแบบของสารสนเทศ การจัดการความรู้ (knowledge management) การฝึกอบรมบนเว็บ (web-based training) หรือระบบสนับสนุนการปฏิบัติงานด้วยเว็บ (web performance support system)

### ลักษณะการเรียนการสอนบนเครือข่าย

การเรียนการสอนบนเครือข่าย โดยทั่วไปอาศัยเทคโนโลยีสื่อหลายมิตicomพิวเตอร์เครือข่าย จัดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถพิจารณาได้ตามลักษณะการปฏิสัมพันธ์ และตามมิติของเวลา

1. ลักษณะการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนบนเครือข่าย การเรียนการสอนบนเครือข่ายแบ่งตามการปฏิสัมพันธ์ได้ 2 ลักษณะ คือ

1.1 การปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนและเนื้อหาสาระ (Learner-content interaction) การปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนและเนื้อหาสาระ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและคอมพิวเตอร์

1.2 การปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอน (Learner- learner-teacher interaction) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอน เป็นการเรียนรู้ที่อาศัยกิจกรรมการสื่อสารโต้ตอบอภิปรายระหว่างผู้เรียนด้วยกัน เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ และบรรลุวัตถุประสงค์ทางการเรียน ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้หลายลักษณะ การปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นนี้จัดให้เกิดขึ้นโดยใช้เครื่องมือสื่อสารแบบประสานเวลา และแบบต่างเวลา

2. ลักษณะของมิติเวลาในการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนบนเครือข่าย ในการพิจารณาแบ่งวิธีการเรียนตามมิติเวลา สามารถแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 การเรียนในมิติต่างเวลา (asynchronous mode of learning) การเรียนในมิติต่างเวลา เป็นการเรียนที่ผู้เรียนผู้สอนไม่ต้องนัดพบเวลาพร้อมกันเพื่อการเรียนในลักษณะนี้ ให้อิสระกับผู้เรียนที่จะสามารถใช้เวลาตามสะดวกของตนเอง เพื่อการเรียนรู้สะท้อนความคิดตามลำพัง

2.2 การเรียนในมิติประสานเวลา (synchronous mode of learning) การเรียนในมิติประสานเวลา เป็นการเรียนที่ผู้เรียนผู้สอนต้องนัดหมายเวลาให้ตรงกัน เพื่อทำกิจกรรมการเรียนรู้ให้ลุล่วงตามวัตถุประสงค์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ ทำให้ผู้เรียนผู้สอนสามารถเรียนรู้ร่วมกันโดยไม่จำเป็นต้องอยู่ ณ สถานที่เดียวกัน แต่สามารถปฏิสัมพันธ์โต้ตอบได้ในทันทีทันใด เหมาะสมกับ



กิจกรรมการเรียนรู้ ที่ต้องการตอบสนองกลับในทันที เพื่อการตัดสินใจ ตกลงหรือสรุปความในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

#### 4.3 องค์ประกอบของการเรียนการสอนบนเครือข่าย

มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนบนเครือข่าย ซึ่งได้เสนอแนวคิดองค์ประกอบของการเรียนการสอนบนเครือข่ายไว้ ดังนี้

Susan et al (1996 อ้างถึงใน กรรข รัตน โชตินันท์ , 2547 : 39-40) ได้ศึกษาถึงองค์ประกอบของการเรียนการสอนบนเว็บ ดังนี้

1. ประมวลการสอนรายวิชาออนไลน์ (The Online Syllabus) ประกอบด้วย หัวข้อรายวิชา (Topics) คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์ของรายวิชา
2. เนื้อหา ประกอบด้วยข้อความ เสียง ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์
3. โสมเพจส่วนตัว จะช่วยให้ผู้เรียนได้รู้จักซึ่งกันและกัน และจะได้เรียนรู้การออกแบบโสมเพจด้วย
4. การปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ควรมีส่วนของกระดานข่าว (Webboard) กลุ่มสนทนา (Chat Forum) หรืออาจใช้อีเมล (e-mail) ในการติดต่อสื่อสารกับผู้เรียนด้วยกันหรือติดต่อกับผู้สอนและแหล่งค้นคว้าอื่น ๆ ก็ได้
5. งานที่ได้รับมอบหมาย ในการเรียนการสอนบนเว็บจะสามารถสั่งงานให้ผู้เรียนต้องรับผิดชอบได้ในแต่ละสัปดาห์ และสามารถส่งการบ้านทางอีเมลได้
6. การประกาศข้อมูลข่าวสาร เพื่อแจ้งข้อมูลใหม่
7. การวัดผล การทำแบบฝึกหัดซ้ำ ๆ หรือการทดสอบจะใช้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียนในวิชานั้น ๆ
8. การจัดการรายวิชา ควรจะมีรหัสผ่านสำหรับผู้เรียน โดยเฉพาะ

กิดานันท์ มลิทอง (2543 : 346-347) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการสอนบนเครือข่ายจะมีหลายอย่าง โดยอาจใช้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมดในการสอนก็ได้ ได้แก่

1. ข้อความหลายมิติ (hypertext) เป็นการเสนอเนื้อหาตัวอักษร ภาพกราฟิกอย่างง่าย ๆ และเสียง ในลักษณะไม่เรียงลำดับกันเป็นเส้นตรง ในสภาพแวดล้อมของเว็บนี้การใช้ข้อความหลายมิติจะ

ให้ผู้คลิกส่วนที่เป็น “จุดพร้อมโยง” (hot spot) ซึ่งก็คือ “จุดเชื่อมโยงหลายมิติ” (hyperlink) โดยอาจเป็นภาพหรือข้อความสีขีดเส้นใต้ เพื่อเข้าถึงแฟ้มที่เชื่อมโยงกับจุดพร้อมโยงนั้นแฟ้มนี้อาจอยู่ในเอกสารเดียวกันหรือเชื่อมโยงกับเอกสารอื่นที่อยู่ในที่ห่างไกลได้ การใช้เว็บเพจที่บรรจุข้อความหลายมิติจะช่วยให้ผู้เรียนที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะปานกลางสามารถบรรจุลงเนื้อหาได้โดยง่าย เนื่องจากไม่ต้องใช้โปรแกรมช่วยอื่น ๆ ร่วมด้วย

2. สื่อหลายมิติ (hypermedia) ซึ่งเป็นพัฒนาการของข้อความหลายมิติ (hypertext) เป็นวิธีการในการรวบรวมและเสนอข้อความ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียง การใช้สื่อหลายมิติในเว็บเพจบางครั้งอาจทำให้ผู้เรียนที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะปานกลางไม่สามารถใช้งานได้สะดวกเนื่องจากมีภาพกราฟิกที่มีขนาดใหญ่ มีภาพเคลื่อนไหวและเสียงที่ต้องใช้โปรแกรมช่วย เช่น จาวา แอปเพล็ต (JAVA Applet) และเรียลเพลเยอร์ (RealPlayer) ซึ่งใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำสูงและการประมวลผลเร็วเท่านั้น

3. การสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วย (Computer-Assisted Instruction:CAI) และการอบรมใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน (Computer-Based Training: CBT) นับเป็นรูปแบบพื้นฐานสำคัญอย่างหนึ่งของการสอนบนเครือข่าย ทั้งนี้เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจะมีกิจกรรมที่เสนอในเวลาจริงเพื่อให้ผู้เรียนสามารถมีการโต้ตอบกับโปรแกรมบทเรียนได้ กิจกรรมนี้อาจอยู่ในลักษณะคำถาม การทดสอบ เกม การทบทวน ฯลฯ

4. การสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ (Computer-Mediated Communication : CMC) เป็นวิธีการที่ข้อมูลหรือข้อความถูกส่งหรือได้รับทางคอมพิวเตอร์ การใช้อินเทอร์เน็ตจะทำให้สามารถใช้สมรรถนะทางด้านนี้ได้อย่างหลากหลายเพื่อจุดประสงค์การเรียนการสอน เช่น การใช้อีเมลและการประชุมทางไกลที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถสื่อสารกันได้ทันที รวมถึงการสื่อสารกันระหว่างผู้เรียนเองด้วย

การสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์สามารถทำได้ในลักษณะประสานเวลาและไม่ประสานเวลา ถ้าเป็นในลักษณะประสานเวลา ผู้เรียนทั้งหมดจะลงบันทึกเปิดเข้าไปยังเว็บไซต์เดียวกันและในเวลาเดียวกันเพื่อรับและตอบสนองต่อข้อมูลข่าวสารหรือบทเรียน โดยใช้โปรแกรม Chat เพื่อพิมพ์ข้อความโต้ตอบกัน หากไม่ประสานเวลา ข้อมูลหรือบทเรียนจะถูกส่งไปยังเครื่องบริการเพื่อให้ผู้เรียนเข้ามาเปิดอ่านและตอบเมื่อใดก็ได้ในเวลาที่เหมาะสม โดยการใช้อีเมล

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2547 : 10-11) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนการสอนบนเครือข่ายเป็นการใช้องค์ประกอบทางเทคโนโลยีหลัก 2 ส่วน คือ

1. ไฮเปอร์มีเดีย หรือสื่อหลายมิติ หมายถึง สื่อในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ข้อความ ภาพ เสียง ที่เชื่อมโยงถึงกัน (link) และสามารถแสดงผลทางจอภาพที่ผู้ใช้สามารถเลือกรับเนื้อหาสาระตามการเชื่อมโยงที่ได้กำหนดไว้ คุณสมบัติของสื่อหลายมิตินี้ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการนำเสนอสาระความรู้ที่ให้ทางเลือกกับผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาสาระตามเป้าหมายของตนเอง และรวมถึงการเรียนการสอนในรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถสนองตอบความแตกต่างของบุคคลในการเรียนรู้มีการสร้างกิจกรรมเพื่อทบทวนความรู้ความเข้าใจ หรือการจำลองสถานการณ์ การฝึกปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ทางการเรียน รวมทั้งมีการประเมินการเรียนอย่างเป็นระบบ

2. การใช้คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์เครือข่าย หมายถึง การเชื่อมโยงระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยกันเป็นเครือข่าย และรวมทั้งการเชื่อมโยงระหว่างเครือข่าย การขยายตัวของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีเครือข่ายกว้างขวางทั่วโลกเปิดโอกาสทางการเรียนการสอน ที่ประยุกต์ใช้คุณสมบัติของเครือข่ายใน 2 ลักษณะ คือ

2.1 การร่วมใช้ทรัพยากร (Resources sharing) หมายถึง การร่วมใช้สารสนเทศ บทเรียน และทรัพยากรอื่น ๆ คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์เครือข่ายทำให้สารสนเทศ และกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์หรือสื่อหลายมิติที่พัฒนาเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ให้บริการ (Computer server) สามารถเผยแพร่และอนุญาตให้ผู้เรียนเข้าศึกษาบทเรียน และร่วมกิจกรรมทางการเรียนเหล่านั้นผ่านคอมพิวเตอร์ ที่ตั้งอยู่ ที่ใดก็ได้ที่มีการเชื่อมโยงเข้าเป็นเครือข่าย ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องจำกัดว่าผู้เรียนต้องมาอยู่พร้อมกันในสถานที่ใดที่หนึ่ง การเรียนรู้สามารถเกิดขึ้นในเวลาและสถานที่ที่ผู้เรียนแต่ละบุคคลสะดวก (any time-any place)

2.2 การสื่อสารโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อกลาง (Computer-mediated communication) การสื่อสารผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นการสื่อสารโดยใช้โปรแกรมที่สามารถทำให้เกิดการสื่อสารติดต่อกันใน 2 มิติเวลา คือ

2.2.1 มิติประสานเวลา (Synchronous mode of communication) เป็นการสื่อสารระหว่างผู้เรียนที่ต้องนัดหมายออนไลน์พร้อมกัน และสื่อสารด้วยการใช้โปรแกรมที่สนับสนุนการสื่อสารโต้ตอบแบบทันทีทันใด เช่น โปรแกรมสนทนา

2.2.2 มิติต่างเวลา (Asynchronous mode of communication) เป็นการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอนติดต่อกันด้วยการฝากข้อความ หรือไฟล์ประเภทต่าง ๆ ในเครื่องคอมพิวเตอร์ให้บริการ ซึ่งผู้รับสารสามารถเลือกรับสาระตามเวลาที่ตนเองสะดวกด้วยการใช้โปรแกรม เช่น ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์บนเว็บ โปรแกรมเว็บบอร์ด

#### 4.4 องค์ประกอบของเว็บไซต์การเรียนการสอนบนเครือข่าย

มีผู้เสนอแนวคิดองค์ประกอบเว็บไซต์การเรียนการสอนบนเครือข่ายไว้หลายท่าน ดังนี้  
กิดานันท์ มลิทอง (2542 อ้างถึงใน ฌัฐกร สงคราม, 2543 : 38-40) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบ  
ต่างๆ ที่ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเว็บ เพื่อการเรียนการสอน ดังนี้

##### 1. ขนาดของเว็บเพจ

จำกัดขนาดเพิ่มของแต่ละหน้า โดยการกำหนดขีดจำกัดเป็นกิโลไบต์ สำหรับขนาด“น้ำหนัก”  
ของแต่ละหน้า ซึ่งหมายถึง จำนวนรวมกิโลไบต์ของภาพกราฟิกทั้งหมดในหน้า โดยรวมภาพพื้นหลัง  
ด้วยใช้แคช (Cash) ของโปรแกรมค้นผ่าน (Web Browser) โปรแกรมค้นผ่านที่ใช้กันทุกวันนี้จะเก็บ  
บันทึกภาพกราฟิกไว้ในแคช ซึ่งหมายถึงการที่โปรแกรมเก็บภาพกราฟิกไว้บนฮาร์ดดิสก์เพื่อที่  
โปรแกรมจะได้ไม่ต้องบรรจุภาพเดียวกันนั้นมากกว่าหนึ่งครั้ง จึงเป็นการดีที่จะนำภาพนั้นมาเสนอซ้ำ  
เมื่อใดก็ได้ บนเว็บไซต์ นับเป็นการประหยัดเวลาการบรรจุลงสำหรับผู้อ่านและลดภาระให้แก่เครื่อง  
บริการด้วย

##### 2. การจัดหน้า

2.1 กำหนดความยาวของหน้าให้สั้น ไม่ให้แต่ละหน้ายาวจนเกินไป

2.2 ใส่สารสนเทศที่สำคัญที่สุดในส่วนบนของหน้า ถ้าเปรียบเทียบกับเว็บไซต์กับสถานที่แห่ง  
หนึ่ง เนื้อหาที่มีค่าที่สุดจะอยู่ในส่วนหน้าซึ่งก็คือส่วนบนสุดของหน้าจอภาพนั่นเอง ทุกคน ที่เข้ามาใน  
เว็บไซต์จะมองเห็นส่วนบนของจอภาพได้เป็นลำดับแรก ถ้าผู้อ่านไม่อยากจะใช้แถบเลื่อน เพื่อเลื่อน  
จอภาพลงมาก็จะยังคงเห็นส่วนบนของจอภาพอยู่ได้ตลอดเวลา ดังนั้นถ้าไม่ต้องการจะให้ ผู้อ่านพลาด  
สาระสำคัญของเนื้อหา ก็ควรใส่ไว้ส่วนบนของหน้าซึ่งอยู่ภายในประมาณ 300 จุดภาพ

2.3 ใช้ความได้เปรียบของตาราง ซึ่งตารางจะเป็นสิ่งที่อำนวยความสะดวกและช่วยนักออกแบบ  
ได้เป็นอย่างมากการใช้ตารางจะจำเป็นสำหรับการสร้างหน้าที่ซับซ้อนหรือที่ไม่เรียบธรรมดาโดยเฉพาะ  
อย่างยิ่งเมื่อเราต้องการใช้คอลัมน์ตารางจะใช้ได้เป็นอย่างดีเมื่อใช้ในการจัดระเบียบหน้า เช่นการแบ่ง  
แยกภาพกราฟิกหรือเครื่องมือนำทางออกจากข้อความ หรือการจัดแบ่งข้อความออกเป็นคอลัมน์

##### 3. พื้นหลัง

3.1 ความยาก-ง่ายในการอ่าน พื้นหลังที่มีลวดลายมากจะทำให้หน้าเว็บมีความยากลำบากใน  
การอ่านเป็นอย่างยิ่ง การใช้สีร้อนที่มีความเปรียบต่างสูงจะทำให้ไม่สบายตาในการอ่านเช่นกัน ดังนั้น

จึงไม่ควรใช้พื้นที่หลังที่มีลวดลายเกินความจำเป็นและควรใช้สีเขียวเป็นพื้นหลังจะทำให้เว็บเพจนั้น น่าอ่านมากกว่า

3.2 ทดสอบการอ่าน การทดสอบที่ดีที่สุดในเรื่องของความสามารถในการอ่านเมื่อใช้พื้นที่หลังคือให้ผู้ใดก็ได้ที่ไม่เคยอ่านเนื้อหาของเรามาก่อนลองอ่านข้อความที่อยู่บนพื้นที่หลังที่จัดทำไว้หรืออีกวิธีหนึ่งคือ ทดสอบการอ่านด้วยตัวเอง ถ้าอ่านได้แสดงว่าสามารถใช้พื้นที่หลังนั้นได้

#### 4. ศิลปะการใช้ตัวพิมพ์

4.1 ความจำกัดของการใช้ตัวพิมพ์ นักออกแบบจะถูกจำกัดในเรื่องของศิลปะ การใช้ตัวพิมพ์บนเว็บมากกว่าในสื่อสิ่งพิมพ์ โปรแกรมค้นผ่านรุ่นเก่าๆ จะสามารถใช้อักษรได้เพียง 2 แบบเท่านั้น อย่างไรก็ตาม โปรแกรมรุ่นใหม่จะสามารถใช้แบบอักษรได้หลายแบบมากขึ้นนอกจากนี้การพิมพ์ในเว็บจะไม่สามารถควบคุมช่วงบรรทัดซึ่งเป็นเนื้อที่ระหว่างบรรทัดหรือช่องไฟระหว่างตัวอักษรได้

4.2 ความแตกต่างระหว่างระบบและการใช้โปรแกรมค้นผ่าน (Web Browser) แต่ละตัวจะมีตัวเลือกในการใช้แบบตัวอักษรที่แตกต่างกัน ซึ่งตรงนี้ผู้อ่านสามารถเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ของแบบตัวอักษรได้ด้วยตัวเอง

4.3 สร้างแบบการพิมพ์เป็นแนวทางไว้ ถึงแม้จะมีข้อจำกัดในเรื่องการใช้ตัวพิมพ์บนเว็บก็ตาม แต่นักออกแบบก็สามารถระบุระดับของหัวเรื่องและเนื้อหาไว้ได้เช่นเดียวกับการพิมพ์ในหนังสือ

4.4 ใช้ลักษณะกราฟิกแทนตัวอักษรธรรมดาให้น้อยที่สุด ถึงแม้จะสามารถใช้ลักษณะกราฟิกแทนตัวอักษรธรรมดาได้ก็ตามแต่ไม่ควรใช้มากเกินไป 2-3 บรรทัด ทั้งนี้เพราะจะทำให้เสียเวลาในการดาวน์โหลดมากกว่าปกติ

McGreal (1997 อ้างถึงใน กรกช รัตนโชตินันท์, 2547 :41-42) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเว็บไซต์การเรียนการสอนบนเว็บ ดังนี้

1. โฮมเพจ (Home Page) เป็นเว็บเพจแรกของเว็บไซต์ควรมีเนื้อหาสั้น ๆ ที่จำเป็นเกี่ยวกับรายวิชา ซึ่งประกอบด้วย ชื่อรายวิชา ชื่อหน่วยงานผู้รับผิดชอบรายวิชา สถานที่ โฮมเพจควรจะจบในหน้าเดียว ควรหลีกเลี่ยงที่จะใส่ภาพกราฟิกขนาดใหญ่ ซึ่งจะทำให้ต้องใช้เวลาในการเรียกโฮมเพจมาดู
2. เว็บเพจแนะนำรายวิชา (Introduction) แสดงขอบเขตของรายวิชา มีการเชื่อมโยงไปยังรายละเอียดของหน้าที่เกี่ยวข้อง ควรจะใส่ข้อความทักทาย ต้อนรับ รายชื่อที่เกี่ยวกับการสอนวิชานี้ พร้อมทั้งการเชื่อมโยงไปยังเว็บเพจที่อยู่ของผู้เกี่ยวข้องแต่ละคน และเชื่อมโยงไปยังรายละเอียดของวิชา
3. เว็บเพจแสดงภาพของรายวิชา (Course Overview) แสดงภาพรวมโครงสร้างของรายวิชา มีคำอธิบายสั้น ๆ เกี่ยวกับหน่วยการเรียน วิธีการเรียน วัตถุประสงค์ และเป้าหมายของวิชา

4. เว็บไซต์แสดงสิ่งจำเป็นในการเรียนรายวิชา (Course Requirements) เช่น หนังสืออ่านประกอบบทเรียน ทรัพยากรการศึกษาในระบบเครือข่าย (Online Resources) เครื่องมือต่างๆ ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ โปรแกรมอ่านเว็บที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียนทางอินเทอร์เน็ต โดยใช้เว็บเพจ

5. เว็บไซต์แสดงข้อมูลสำคัญ (Virtual Information) ได้แก่ การติดต่อผู้สอนหรือผู้ช่วยสอนที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์เวลาที่ติดต่อแบบออนไลน์ได้ การเชื่อมโยงไปยังเว็บเพจการลงทะเบียนใบรับรองการเรียน การเชื่อมโยงไปยังเว็บเพจคำแนะนำ การเชื่อมโยงไปยังห้องสมุดเสมือนและการเชื่อมโยงไปยังนโยบายของสถาบันการศึกษา

6. เว็บไซต์แสดงบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้ที่เกี่ยวข้อง (Responsibilities) ได้แก่ สิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนในการเรียนตามรายวิชา กำหนดการสั่งงานที่ได้รับมอบหมายวิธีการประเมินผลรายวิชา บทบาทหน้าที่ของผู้สอน ผู้ช่วยสอน และผู้สนับสนุน เป็นต้น

7. เว็บไซต์งานที่มอบหมาย (Assignment) ประกอบด้วยงานที่จะมอบหมาย หรืองานที่ผู้เรียนจะต้องการกระทำในรายวิชาทั้งหมด กำหนดส่งงาน การเชื่อมโยงไปยังกิจกรรมสำหรับเสริมการเรียน

8. เว็บไซต์แสดงกำหนดการเรียน (Course Schedule) กำหนดวันส่งงาน วันทดสอบย่อย วันสอบ ทั้งนี้การกำหนดเวลาที่ชัดเจนจะช่วยให้ผู้เรียนควบคุมตัวเองได้ดีขึ้น

9. เว็บไซต์ทรัพยากรสนับสนุนการเรียน (Resources) แสดงรายชื่อแหล่งทรัพยากร สื่อพร้อมการเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ที่มีข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับรายวิชา

10. เว็บไซต์แสดงตัวอย่างแบบทดสอบ (Sample Tests) แสดงคำถาม แบบทดสอบ ในการสอบย่อยหรือตัวอย่างของงานสำหรับทดสอบ

11. เว็บไซต์แสดงประวัติผู้สอน (Biography) แสดงข้อมูลส่วนตัวของผู้สอน ผู้ช่วยสอนและทุกคนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน พร้อมภาพถ่าย ข้อมูลการศึกษา ผลงาน

12. เว็บไซต์แบบประเมิน (Evaluation) แสดงแบบประเมินเพื่อให้ผู้เรียนใช้ในการประเมินผลรายวิชา

13. เว็บไซต์แสดงคำศัพท์ (Glossary) แสดงคำศัพท์และดัชนีคำศัพท์ และความหมายที่ใช้ในการเรียนรายวิชา

14. เว็บไซต์การอภิปราย (Discussion) สำหรับการสนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นสอบถามปัญหาการเรียนระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับผู้สอน ซึ่งเป็นได้ทั้งแบบสื่อสารในเวลาเดียวกัน (Synchronous Communication) คือการติดต่อสื่อสารพร้อมกันตามเวลาจริง และสื่อสารต่างเวลากัน

(Asynchronous Communication) ซึ่งผู้เรียนจะส่งคำถามไปในเว็บเพจและผู้ที่จะตอบคำถามหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจะมาพิมพ์ข้อความตอบเมื่อมีเวลาว่าง

15. เว็บเพจประกาศข่าว (Bulletin Board) สำหรับให้ผู้เรียนและผู้สอนใช้ในการประกาศข้อความต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับการเรียนก็ได้

16. เว็บเพจคำถามที่ถูกลบย่อ ๆ (FAQ Pages) แสดงคำถามและคำตอบที่เกี่ยวกับรายวิชา โปรแกรมการเรียน สถาบันการศึกษาและเรื่องที่เกี่ยวข้อง

17. เว็บเพจแสดงคำแนะนำในการเรียนรายวิชาและ/หรือคำแนะนำในการออกแบบเว็บไซต์ของรายวิชา (Learning Strategies)

#### 4.5 การออกแบบการเรียนการสอนบนเครือข่าย

ในการจัดการเรียนการสอนบนเครือข่าย เป็นการจัดสภาพการณ์การเรียนการสอน ในรูปแบบ On Line โดยนำเสนอผ่านบริการ เวิลด์ ไวด์ เว็บ ที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลได้ทั่วโลก จึงทำให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้ อันจะเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายที่ลึกซึ้งกว่า การเรียนการสอนแบบเดิมที่เป็นการป้อนความรู้ให้แก่ผู้เรียน ดังนั้นในการเรียนการสอนบนเครือข่ายจึงควรจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอย่างแท้จริง ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้เสนอแนวคิดของออกแบบสื่อบนเครือข่ายและพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ ดังนี้

Hoffman (1997 อ้างถึงใน อรอนนุตร ช้อนบุญ , 2546 : 16-17) ได้เสนอแนะว่าในการออกแบบโปรแกรมการเรียนการสอนบนเครือข่ายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดควรอาศัยหลักกระบวนการเรียนการสอน 7 ขั้น ดังนี้

1. การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน (Motivating the Learner) การออกแบบควรสร้างความสนใจ โดยการใช้ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว สีและเสียงประกอบเพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้อยากเรียนรู้ ควรใช้กราฟิกขนาดใหญ่ไม่ซับซ้อน การเชื่อมโยงไปยังเว็บอื่นต้องน่าสนใจ เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Identifying what is to be Learned) เพื่อเป็นการบอกให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา และเป็นการบอกถึงเค้าโครงของเนื้อหา ซึ่งจะเป็นผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น อาจบอกเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์ทั่วไปโดยใช้คำสั้นๆ หลีกเลี่ยงคำที่ไม่เป็นที่รู้จักใช้กราฟิกง่ายๆ เช่น กรอบ หรือลูกศร เพื่อให้การแสดงวัตถุประสงค์

น่าสนใจยิ่งขึ้น การเชื่อมโยงไปยังเว็บภายนอกอาจทำให้ผู้เรียนลืมวัตถุประสงค์ของบทเรียน การแก้ไขปัญหานี้คือ ผู้ออกแบบควรเลือกที่จะเชื่อมโยงลิงก์ภายนอกที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนเท่านั้น

3. ทบทวนความรู้เดิม (Reminding Learners of Past Knowledge) เพื่อเป็นการเตรียมพื้นฐานผู้เรียนสำหรับรับความรู้ใหม่ การทบทวนไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป อาจใช้การกระตุ้นให้ผู้เรียนนึกถึงความรู้ที่ได้รับมาก่อนเรื่องนี้โดยใช้เสียงพูด ข้อความ ภาพ หรือใช้หลายๆ อย่าง ผสมผสานกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหา มีการแสดงความเหมือน ความแตกต่างของโครงสร้างบทเรียนเพื่อที่ผู้เรียนจะได้รับความรู้ใหม่ได้เร็วจากนั้น ผู้ออกแบบควรต้องทราบภูมิหลังของผู้เรียนและทัศนคติของผู้เรียน

4. ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ (Requiring Active Involvement) นักการศึกษาต่างเห็นพ้องต้องกันว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนมีความตั้งใจที่จะรับความรู้ใหม่ ผู้เรียนที่มีลักษณะกระตือรือร้นจะรับความรู้ได้ดีกว่าผู้เรียนที่มีลักษณะเฉื่อย ผู้เรียนจะจดจำได้ดี ถ้ามีการนำเสนอเนื้อหาดี สัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน 3648 .เรียน ผู้ออกแบบบทเรียนควรรหาเทคนิคต่างๆ เพื่อใช้กระตุ้นผู้เรียนให้นำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ รวมทั้งต้องพยายามหาทางทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนกระจำชัดมากขึ้น พยายามให้ผู้เรียนรู้จักเปรียบเทียบ แบ่งกลุ่ม หาเหตุผล ค้นคว้า วิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบบทเรียนต้องค่อยๆ ชี้แนวทางจากมุมกว้างแล้วรวมรัดให้แคบลง รวมทั้งใช้ข้อความกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด เป็นต้น

5. ให้คำแนะนำและให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Guidance and Feedback) การให้ คำแนะนำ และให้ข้อมูลย้อนกลับในระหว่างที่ผู้เรียนศึกษาอยู่ในเว็บ เป็นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้ดี ผู้เรียนจะทราบความก้าวหน้าในการเรียนของตนเอง การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การถาม การตอบ จะทำให้ผู้เรียนจดจำได้มากกว่าการอ่านหรือลอกข้อความเพียงอย่างเดียว ควรให้ผู้เรียนตอบสนองวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นครั้งคราว หรือตอบคำถามได้หลายๆ แบบ เช่นเติมคำลงในช่องว่าง จับคู่แบบฝึกหัดแบบปรนัย โดยใช้ความสามารถของโปรแกรม CGI (Common Gateway Interface) ซึ่งเป็น โปรแกรมการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ

6. ทดสอบความรู้ (Testing) เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนได้รับความรู้ ผู้ออกแบบสามารถออกแบบแบบทดสอบแบบออนไลน์ หรือออฟไลน์ก็ได้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนของตนเองได้ อาจจัดให้มีการทดสอบระหว่างเรียน หรือทดสอบท้ายบทเรียน ทั้งนี้ควรสร้างข้อสอบให้ตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียน ข้อสอบ คำตอบและข้อมูลย้อนกลับควรอยู่ในกรอบเดียวกัน



และแสดงต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป ควรบอกผู้เรียนถึงวิธีตอบ ให้ชัดเจน คำนึงถึงความแม่นยำและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

7. การนำความรู้ไปใช้ (Providing Enrichment and Remediation) เป็นการสรุปแนวคิดสำคัญ ควรให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไรควรเสนอแนะสถานการณ์ที่จะ นำความรู้ใหม่ไปใช้และบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่จะใช้อ้างอิงหรือค้นคว้าต่อไป

วิชา รัตนเพียร (2545 อ้างถึงใน กรกช รัตนโชตินันท์, 2547 : 38-39) ได้สรุปหลักการ พื้นฐานของการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนบนเว็บช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหาบทเรียนได้ทุกที่ทุกเวลาโดยที่ ผู้เรียนและผู้สอนไม่จำเป็นต้องอยู่ในห้องเรียนเดียวกัน และในเวลาพร้อมกันเหมือนกับการจัดการเรียน การสอนในชั้นเรียนปกติ

2. ปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นกับบทเรียนบนเว็บ กับผู้สอน และกับผู้เรียนด้วยกันเองเป็น ปัจจัยสำคัญในการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนรวมถึงผู้สอน สามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้หรือเข้าถึงบทเรียน ได้ตลอดเวลา ซึ่งรูปแบบการสื่อสารอาจทำได้ใน ลักษณะของการรับส่งข้อความธรรมดา (Text) การสื่อสารด้วยเสียง (Audio) หรือการรับส่งสัญญาณ ภาพวิดีโอผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet-Based Video Conference) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อม ทางด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ รวมทั้งความสามารถของระบบเครือข่ายที่ผู้เรียนและผู้สอนใช้

3. ควรสนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ซึ่งจะช่วย พัฒนาการคิดความเข้าใจของผู้เรียนได้ดีกว่าการเรียนรู้คนเดียว ทั้งยังสร้างความสัมพันธ์ในกลุ่ม โดย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ผู้เรียนต้องรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเพื่อหาทางแก้ปัญหาได้ดี ที่สุด ถึงแม้ว่าผู้เรียนบนเว็บจะอยู่กันคนละที่ แต่ด้วยความสามารถของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมโยง เครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั่วโลกไว้ด้วยกันทำให้ผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้ทันที เช่น การใช้ บริการสนทนาแบบออนไลน์ที่ผู้เรียนติดต่อสื่อสารกันได้ตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป เป็นต้น

4. สนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาคำความรู้ด้วยตนเอง (Active Learners) ผู้สอนควรหลีกเลี่ยง การเป็นผู้ป้อนข้อมูลหรือคำตอบให้แก่ผู้เรียน ผู้เรียนควรเป็นผู้ค้นหาข้อมูลองค์ความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยการแนะนำจากผู้สอน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนบนเว็บจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถ หาข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และจากทั่วโลก เป็นการสร้างความกระตือรือร้น ในการใฝ่หาความรู้ของผู้เรียน

5. การให้ผลย้อนกลับแก่ผู้เรียนโดยทันทีทันใด จะช่วยให้ผู้เรียนทราบถึงขีดความสามารถของตนเอง อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนปรับแนวทาง วิธีการ หรือพฤติกรรมได้อย่างถูกต้อง ซึ่งการเรียนการสอนบนเว็บให้ผลย้อนกลับจากผู้สอนหรือจากผู้เรียนคนอื่น ๆ ได้ทันทีแม้ว่าผู้เรียนแต่ละคนจะไม่ได้นั่งเรียนแบบเผชิญหน้าด้วยกันก็ตาม

6. การสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนที่ไม่มีขีดจำกัด การเรียนการสอนบนเว็บเป็นการขยายโอกาสของผู้ที่ใฝ่หาความรู้ เนื่องจากผู้เรียนไม่ต้องเดินทางไปเรียน ณ ที่ใดที่หนึ่ง แต่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองที่ใดหรือเวลาใดก็ได้ตามที่ตนเองสะดวก

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2547 : 79-97) ได้ให้แนวการออกแบบการเรียนการสอนบนเครือข่ายไว้ว่า การออกแบบการเรียนการสอนบนเครือข่ายเป็นการประยุกต์หลักการเรียนรู้ของบุคคลเข้ากับคุณสมบัติของเทคโนโลยี เว็ลด์ ไซด์ เว็บ และคุณสมบัติของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อสร้างบทเรียนและกิจกรรมในการเรียนรู้ ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนบนเครือข่ายจึงควรพิจารณาองค์ประกอบใน 3 ด้าน คือ

#### 1. การปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนการสอนบนเครือข่าย

การเรียนการสอนบนเครือข่ายมีความแตกต่าง กับการเรียนการสอนในห้องเรียนทั่วไป กล่าวคือ การเรียนการสอนด้วยเว็บเป็นการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อกลางในการสื่อสารเพื่อการเรียนรู้ (computer mediated communication-CMC) โดยที่ผู้เรียนผู้สอนไม่จำเป็นต้องพบปะกันจริง กิจกรรมการเรียนที่เกิดขึ้นเป็นการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนใน 2 ลักษณะ คือ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาสาระในรูปแบบไฮเปอร์มีเดีย (Learner- Content Interaction) และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอน (Learner-to-learner VS Instructor Interaction)

#### 2. มิติเวลาในการเรียนการสอนบนเครือข่าย

การเรียนการสอนบนเครือข่ายใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เครือข่าย ให้โอกาสผู้เรียนผู้สอนที่จะสร้างการปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้ในมิติเวลาที่ผู้เรียนออนไลน์พร้อมกันและต่างเวลากัน โดยใช้เทคโนโลยีประยุกต์เข้ากับวิธีการ ได้แก่ การเรียนในมิติประสานเวลา (synchronous mode of learning) และการเรียนในมิติต่างเวลา (asynchronous mode of learning)

#### 3. วิธีวิทยาการสอนการเรียนบนเครือข่าย และการวัดประเมิน

การเรียนการสอนบนเครือข่ายเป็นการเรียนที่เน้นลักษณะการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะการเรียนรู้ด้วยการสร้างสิ่งแวดล้อมบนเว็บที่สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการ

เรียนรู้ เช่น การนำเสนอสารสนเทศหรือบทเรียนในรูปแบบของไฮเปอร์มีเดีย ซึ่งอาศัยฐานจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือการจัดกิจกรรมทางการเรียนที่ให้ผู้เรียนปฏิสัมพันธ์ทางความคิดด้วยกระบวนการกลุ่มเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในมิติประสานและต่างเวลาผู้ออกแบบการเรียนการสอนบนเครือข่ายควรคำนึงถึงกระบวนการสำคัญในการจัดการเรียนรู้เช่นเดียวกับการเรียนการสอนในห้องเรียน คือ การเรียนการสอนและการวัดและประเมิน

การออกแบบการเรียนการสอนบนเครือข่าย ซึ่งต้องคำนึงถึงองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ การปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน มิติของเวลา และวิธีการสอน ยังต้องคำนึงถึงการปัจจัยเหล่านี้ให้เกิดในการเรียนออนไลน์ ได้แก่

1. การสร้างความรู้สึกรู้สึกให้ผู้เรียนตระหนักถึงคุณค่าที่จะได้จากการเรียนด้วยเว็บและความคาดหวังที่เป็นรูปธรรมในการศึกษาและปฏิบัติตามกิจกรรม
2. การสร้างบรรยากาศของการเรียนที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมด้วยการท้าทายหรือสร้างปัญหาให้คิดเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนการคิดไตร่ตรอง การจำลองสถานการณ์และบทบาทสมมติทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมการปฏิสัมพันธ์และการโต้ตอบเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้บรรยากาศของการเรียนมีความเป็นพลวัตและมีชีวิตชีวา
3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนที่ออกแบบให้มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนผู้สอนค่อนข้างมาก ด้วยการสื่อสารแบบประสานเวลาหรือต่างเวลาต้องคำนึงถึงปัจจัย 2 ประการคือ
  - 3.1 ความพร้อมในเรื่องของเทคโนโลยี
  - 3.2 ภาระในกิจกรรมการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอน ผู้สอนต้องคำนึงว่าการเรียนออนไลน์ และกำหนดให้มีการปฏิสัมพันธ์เช่นนี้ผู้เรียนต้องใช้เวลามากกว่าปกติจึงต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในการกำหนดกิจกรรมการปฏิสัมพันธ์ เช่น ไม่เกิน 1 ใน 5 ของเวลาที่ผู้เรียนศึกษาทั้งรายวิชา
4. ในการออกแบบการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอนนั้น ต้องคำนึงพฤติกรรมกลุ่มบนเครือข่าย เนื่องจากการปฏิสัมพันธ์บนเครือข่ายนั้นผู้เรียนผู้สอนไม่ได้พบปะกันจริงในเวลาหรือ ณ สถานที่เดียวกัน อย่างไรก็ตาม การจัดการกลุ่มยังคงใช้หลักการที่ประยุกต์จากพื้นฐานพฤติกรรมกลุ่มปกติทั่วไป เช่น
  - 4.1 การเตรียมข้อเรื่อง และกระตุ้นผู้เรียนเตรียมเนื้อหาการอภิปราย
  - 4.2 จัดกลุ่มย่อยหรือจัดคู่อภิปรายให้เหมาะสมกับจำนวนสมาชิกในกลุ่ม

4.3 ดูแลให้การอภิปรายอยู่ในประเด็น และบรรจีวิตอุปประสงค์หรือจนกระทั่งผู้เรียนสามารถดำเนินการอภิปรายเอง สิ่งทีฟังตระหนักในการสร้างปฏิสัมพันธ์กลุ่มผ่านเครือข่ายก็เช่นเดียวกับการประชุมกลุ่มทั่วไป เช่น เวลาที่ใช้ในแต่ละหัวข้อ และการจัดการเพื่อกระตุ้นให้เกิดพลวัตรและประสิทธิภาพของกลุ่ม

#### 4.6 การสร้างและการพัฒนาการเรียนการสอนบนเครือข่าย

ในการสร้างและพัฒนาการเรียนการสอนบนเครือข่ายมีผู้เสนอแนวคิดไว้หลายคน ดังนี้ Borg and Gall (Borg, Walter R. and Gall, Meredith D, 1989 : 784-785) ได้เสนอการพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์ไว้โดยมีกระบวนการสร้าง ดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. วางแผนการพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์
3. การสร้างสื่อคอมพิวเตอร์
4. การทดลองใช้แบบหนึ่งต่อหนึ่ง
5. การนำผลในขั้นที่ 4 ไปปรับปรุงสื่อคอมพิวเตอร์
6. การทดลองใช้แบบกลุ่มเล็ก
7. การนำผลในขั้นที่ 5 ไปปรับปรุงสื่อคอมพิวเตอร์
8. การทดลองใช้แบบกลุ่มใหญ่
9. การนำผลในขั้นที่ 8 ไปปรับปรุงสื่อคอมพิวเตอร์
10. การนำสื่อคอมพิวเตอร์ไปใช้

Alessi and Trollip (1991 อ้างถึงใน ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541 : 29-39) แบบจำลองการออกแบบสื่อคอมพิวเตอร์สื่อคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพนั้น ต้องได้รับการออกแบบโดยอาศัยหลักการเรียนรู้และผ่านกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอน การออกแบบ 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการเตรียม (Preparation)

- กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objectives)
- เก็บข้อมูล (Collect Resources)

- เรียนรู้เนื้อหา (Learn Content)

- สร้างความคิด (Generate Ideas)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design Instruction)

- ทอนความคิด (Elimination of Ideas)

- วิเคราะห์งานและคอนเซ็ปต์ (Task and Concept Analysis)

- ออกแบบบทเรียนขั้นแรก (Preliminary lesson Description)

- ประเมินและแก้ไขการออกแบบ (Evaluation and revision of the design)

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการเขียนแผนผัง (Flowchart Lesson)

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard)

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรม (Program Lesson)

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Produce Supporting Materials)

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise)

ขั้นตอนที่ 1 เป็นขั้นตอนในการเตรียมความพร้อมก่อนที่จะทำการออกแบบ ในขั้นการเตรียมนี้ ผู้ออกแบบจะต้องเตรียมพร้อมในเรื่องของความชัดเจนในการกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ เตรียมการในการรวบรวมข้อมูล นอกจากนี้ยังควรที่จะเรียนรู้เนื้อหา เพื่อให้เกิดการสร้างหรือระดมความคิด ในการเตรียมนี้ ผู้ออกแบบจะต้องดำเนินการดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objectives) คือการตั้งเป้าหมายว่า จะสามารถใช้บทเรียนนี้เพื่อการศึกษาในเรื่องใด และในลักษณะใด เมื่อผู้เรียนเรียนจบแล้วจะสามารถทำอะไรได้บ้าง โดยก่อนที่จะกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการเรียนได้นั้นจะต้องทราบพื้นฐานของผู้เรียนที่เป็นเป้าหมายเสียก่อน

2. เก็บข้อมูล (Collect Resources) เป็นการเตรียมความพร้อมด้านทรัพยากรสารสนเทศทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ทั้งในส่วนเนื้อหา การพัฒนาและออกแบบบทเรียน และสื่อในการนำเสนอบทเรียน เช่น หนังสือ ตำรา ผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น

2.1 เรียนรู้เนื้อหา (Learn Content) ผู้ออกแบบสื่อคอมพิวเตอร์หากเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาก็จะต้องหาความรู้ทางด้านการออกแบบบทเรียนหรือหากเป็นผู้ออกแบบบทเรียนก็จะต้องหาความรู้ทางด้านเนื้อหาควบคู่กันไป การเรียนรู้ด้านเนื้อหาอาจทำได้หลายวิธี เช่น การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การอ่านหนังสือหรือเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของบทเรียน

2.2 สร้างความคิด (Generate Ideas) คือการกระตุ้นให้เกิดการใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ เป็นจำนวนมากจากทีมงานในระยะเวลาอันสั้น

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน เป็นขั้นตอนที่ครอบคลุมถึงการทอนความคิด การวิเคราะห์งานและแนวคิด การออกแบบขั้นแรก การประเมิน และการแก้ไขการออกแบบ

1. ทอนความคิด (Elimination of Ideas) เป็นการนำเอาความคิดทั้งหมดมาประเมินดูว่าความคิดใดน่าสนใจ อาจจะเป็นการซักถาม อภิปรายถึงรายละเอียดและขัดเกลาข้อคิดต่าง ๆ อีกด้วย

2. วิเคราะห์งานและคอนเซ็ปต์ (Task and Concept Analysis) เป็นการวิเคราะห์เนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาจนทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ต้องการ ส่วนการวิเคราะห์แนวคิด คือขั้นตอนในการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อให้ได้มาซึ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนและเนื้อหาที่มีความชัดเจน

3. ออกแบบบทเรียนขั้นแรก (Preliminary lesson Description) หลังจากมีการวิเคราะห์งานและแนวคิดทั้งหลายที่ได้มานั้นให้ผสมผสานกันและออกแบบบทเรียนที่มีประสิทธิภาพโดยการผสมผสานงานและแนวคิดเหล่านี้ภายใต้ทฤษฎีการเรียนรู้ กำหนดประเภทของการเรียนรู้ประเภทของสื่อคอมพิวเตอร์ การกำหนดขั้นตอนและทักษะที่จำเป็น การกำหนดปัจจัยหลักที่ต้องคำนึงในการออกแบบ และการจัดระบบความคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งการออกแบบลำดับบทเรียนที่ดีที่สุด

4. ประเมินและแก้ไขการออกแบบ (Evaluation and revision of the design) การประเมินเป็นสิ่งที่ต้องทำอยู่เป็นระยะ ระหว่างการออกแบบ มีการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ การประเมินอาจเป็นการทดสอบว่าผู้เรียนสามารถบรรลุเป้าหมายหรือไม่

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการเขียนแผนผัง (Flowchart Lesson) การเขียนแผนผังเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้ก็เพราะสื่อคอมพิวเตอร์ที่ดีจะต้องมีปฏิสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอ และปฏิสัมพันธ์นี้จะสามารถถูกถ่ายทอดออกมาได้อย่างชัดเจนที่สุดในรูปของสัญลักษณ์ แสดงกรอบการตัดสินใจและกรอบเหตุการณ์ การเขียนแผนผังจะนำเสนอลำดับขั้นตอนไม่เสนอรายละเอียดหน้าจอ

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard) การสร้างสตอรี่บอร์ด เป็นขั้นตอนของการเตรียมนำเสนอข้อความ ภาพ รวมทั้งสื่อในรูปแบบมัลติมีเดียต่าง ๆ ลงบนกระดาษ เพื่อให้การนำเสนอข้อความและสื่อในรูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้เป็นไปอย่างเหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรม (Program Lesson) เป็นกระบวนการเปลี่ยนสตอรี่บอร์ดให้กลายเป็นสื่อคอมพิวเตอร์ อาจจะใช้โปรแกรมภาษาต่าง ๆ สร้างบทเรียน หรือใช้โปรแกรมที่ช่วยสร้างบทเรียน

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Produce Supporting Materials) เอกสารประกอบบทเรียนเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง เอกสารประกอบบทเรียนอาจแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ คู่มือการใช้ของผู้เรียน คู่มือการใช้ของผู้สอน คู่มือสำหรับการแก้ปัญหาเทคนิคต่าง ๆ และเอกสารเพิ่มเติมทั่วไป

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise) ในช่วงสุดท้าย บทเรียนและเอกสารทั้งหมด ควรจะได้รับการประเมิน โดยเฉพาะประเมินในส่วนของการนำเสนอและการทำงานของบทเรียน ในส่วนของการนำเสนอ นั้น ผู้ที่ควรจะทำคือการประเมินก็คือผู้ที่มีประสบการณ์ ในการออกแบบมาก่อนในการประเมินการทำงานของบทเรียนนั้น ผู้ออกแบบควรจะสังเกตพฤติกรรม ของผู้เรียนในขณะที่ใช้บทเรียนหรือสัมภาษณ์ผู้เรียนหลักการ ใช้บทเรียน นอกจากนี้ยังทดสอบความรู้ ของผู้เรียนหลังจากที่ได้ทำการเรียนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์นั้น ๆ แล้ว ขั้นตอนนี้อาจครอบคลุมการ ทดสอบนำร่องและการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญได้

สรุปในการสร้างและพัฒนาการเรียนการสอนบนเครือข่ายผู้วิจัยจะนำแนวคิดของอเลสซีและ โทโรลิป ไปประยุกต์ใช้ในการสร้างและพัฒนาการเรียนสอนบทเรียนบนเครือข่ายซึ่งได้กล่าวไว้ข้างต้น แล้ว

#### 4.7 โปรแกรมที่ใช้สำหรับการออกแบบบทเรียนบนเครือข่าย

ในการสร้างบทเรียนบนเครือข่ายนั้น มีโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างหลายโปรแกรมด้วยกันซึ่ง ผู้วิจัยนำระบบ LMS มาใช้ในการวิจัย โดยนั้น LMS ย่อมาจาก Learning Management System เป็น ระบบที่ใช้บริหารจัดการการเรียนรู้ที่อำนวยความสะดวกในการจัดกลุ่มเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ การสื่อสารโต้ตอบระหว่างผู้สอน(Instructor/Teacher) กับผู้เรียน(Student)รวมทั้งการสร้างแบบทดสอบ การทดสอบและการประเมินผลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยโปรแกรมที่ใช้สร้างระบบ LMS ในปัจจุบันมีให้เลือกอยู่ 2 ลักษณะ คือ

##### 1. ซอฟต์แวร์ฟรี ที่มีลิขสิทธิ์ แบบ GPL เช่น

1.1 Moodle

1.2 ATutor

1.3 Claroline

1.4 VClass

2. ซอฟต์แวร์ที่บริษัทเอกชนพัฒนาเพื่อขายโดยเฉพาะ เช่น

2.1 Blackboard

2.2 WebCT

2.3 Lotus Learning Management System

2.4 Education Sphere

โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ โปรแกรม Moodle ในการสร้างบทเรียนบนเครือข่าย

#### 4.8 ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนการสอนบนเครือข่าย

ในการเรียนการสอนบนเครือข่ายต้องมีข้อดีและข้อจำกัด ซึ่งมีผู้กล่าวไว้หลายท่าน ดังนี้

##### ข้อดีของการเรียนการสอนบนเครือข่าย

กิดานันท์ มลิทอง (2543 : 350-351) ได้กล่าวถึงข้อดีของการเรียนการสอนบนเครือข่าย ดังนี้

1. ขยายขอบเขตของการเรียนรู้ของผู้เรียนในทุกหนแห่งจากห้องเรียนปกติไปยังบ้านและที่ทำงานทำให้ไม่เสียเวลาในการเดินทาง
2. ขยายโอกาสทางการศึกษาให้ผู้เรียนรอบโลกในสถานศึกษาต่าง ๆ ที่ร่วมมือกันได้มีโอกาสได้เรียนรู้ได้พร้อมกัน
3. ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ตามความต้องการและความสามารถของตนเอง
4. การสื่อสารโดยใช้อีเมล กระดานข่าว การพูดคุยสด ฯลฯ ทำให้การเรียนรู้มีชีวิตชีวากว่าเดิม ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมช่วยเหลือกันในการเรียน
5. กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักการสื่อสารในสังคม และก่อให้เกิดการเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งที่จริงแล้วการเรียนแบบร่วมมือสามารถขยายขอบเขตจากห้องเรียนหนึ่งไปยังห้องเรียนอื่น ๆ ได้โดยเชื่อมต่อทางอินเทอร์เน็ต
6. การเรียนด้วยสื่อหลายมิติทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาได้ตามความสะดวกโดยไม่ต้องเรียงลำดับ
7. การสอนบนเว็บเป็นวิธีการที่ดีเยี่ยมในการให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ของสถานการณ์จำลอง ทั้งนี้เพราะสามารถใช้กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพสามมิติ ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงได้



8. ข้อมูลของหลักสูตรและเนื้อหาวิชาสามารถหาได้โดยง่าย

9. การเรียนการสอนมีให้เลือกทั้งแบบประสานเวลา คือ เรียนและพบกับผู้สอนเพื่อปรึกษาหรือถามปัญหาได้ในเวลาเดียวกัน และแบบไม่ประสานเวลา คือ เรียนจากเนื้อหาในเว็บเพจและติดต่อผู้สอนทางอีเมล

ฉัฐกร สงคราม ( 2543 :24-25) ได้กล่าวถึง ข้อดีของการเรียนการสอนบนเครือข่ายไว้ ดังนี้

1. ความยืดหยุ่นและความสะดวกสบาย (Flexibility and Convenience) นักเรียนสามารถที่จะเข้าไปเรียนในหลักสูตร โดยไม่มีข้อจำกัดของเวลาและสถานที่ ลักษณะทางกายภาพของห้องเรียนมักจะมีการกำหนดตารางเวลาตายตัว แต่ถ้าหากใช้การเรียนการสอนบนเว็บ แล้วจะลดปัญหาเรื่องของการกำหนดเวลาสถานที่ และราคาค่าใช้จ่ายบางประการลงไปได้ (Hall, 1997; Khan,1997)

2. ความเหมาะสมในการเรียนรู้ (Just-in-time Learning) การเรียนการสอนบนเครือข่ายมีความสัมพันธ์กับความต้องการที่จะเรียนรู้และเวลา นักเรียนที่เข้ามาเรียนจะได้รับความรู้ที่มีความสำคัญและมีประโยชน์ หากผู้ออกแบบการเรียนการสอนได้เพิ่มแรงจูงใจและการระลึกถึงความรู้ได้สิ่งนี้จะเป็นสิ่งที่สำคัญเพราะผู้เรียนสามารถ เรียนรู้ได้ตลอดชีวิตหากพวกเขาประสงค์ที่จะเรียนรู้

(Khan, 1997; IBM, 1997)

3. การควบคุมผู้เรียน (Learner Control) ในสภาพการเรียนรู้แบบนี้ ลักษณะการควบคุมการเรียนการสอนผ่านจากผู้สอนไปสู่ผู้เรียน โดยผู้เรียนจะตัดสินใจและกำหนดเส้นทางการเรียนตามความต้องการของตนเอง (Khan, 1997; Ellis, 1997)

4. รูปแบบมัลติมีเดีย (Multimedia Format) เวิลด์ ไวด์ เว็บ จะมีการนำเสนอเนื้อหาของหลักสูตร โดยใช้สื่อมัลติมีเดียที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นข้อความ เสียง วิดิทัศน์ และการสื่อสารในเวลาเดียวกัน ผู้สอนและผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการนำเสนอได้ตามความยืดหยุ่นของเวิลด์ ไวด์ เว็บ เพื่อให้การเรียนเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด (Khan, 1997; Hall, 1997; IBM, 1997)

5. แหล่งทรัพยากรข้อมูล (Information Resource) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับแหล่งทรัพยากรข้อมูล มี 2 ตัวแปรคือ จำนวนและความหลากหลายของเนื้อหาที่มีอยู่ในสื่อบนเครือข่าย ข้อมูลสามารถได้มาจากหลายๆแหล่งเช่น การศึกษา ธุรกิจ หรือ รัฐบาล ฯลฯ จากทั่วทุกมุมโลก ถือได้ว่าเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ และเป็นที่ยึดข้อมูลได้หลากหลายชนิด (McManus, 1996) ผู้ออกแบบการเรียนการสอนจะต้องออกแบบให้ผู้เรียนได้เข้าถึงแหล่งทรัพยากรซึ่งไม่ได้มีอยู่ในชั้นเรียนแบบดั้งเดิม ตัวแปรที่สองคือ

ข้อความหลายมิติ (Hypertext) ซึ่งช่วยในการเข้าไปค้นหาข้อมูลจากแหล่งอื่นๆ ได้อย่างง่ายดายกว่าการค้นหาข้อมูลในชั้นเรียนแบบดั้งเดิม

6. ความทันสมัย (Currency) เนื้อหาที่ใช้เรียนในชั้นเรียนแบบการเรียนการสอนบนเครือข่ายสามารถปรับปรุงให้ทันสมัยได้อย่างง่ายดาย แหล่งทรัพยากรอื่นๆ ที่มีอยู่บนสื่อบนเครือข่ายโดยมากมักจะมีคามทันสมัยดังนั้นผู้สอนในชั้นเรียนแบบการเรียนการสอนบนเครือข่ายนี้ สามารถจะเสนอข้อมูลที่มีความทันสมัยให้แก่ผู้เรียนประโยชน์ที่ได้รับจะสามารถนำมาประยุกต์เข้ากับหลักสูตรให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา (Khan, 1997; Hall, 1997; McManus, 1996)

7. ความสามารถในการประชาสัมพันธ์ (Publishing Capabilities) สื่อบนเครือข่ายให้โอกาสนักเรียนที่จะเสนองานที่ได้รับมอบหมายบนสื่อบนเครือข่ายได้ อีกทั้งนักเรียนยังมีโอกาสที่จะมองเห็นผลงานของผู้อื่นและเพิ่มแรงจูงใจภายนอก โดยการใช้การทำงาน of นักเรียนได้ (Hunnum, 1998)

8. เพิ่มทักษะทางเทคโนโลยี (Increase Technology Skills) นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนบนเครือข่าย จะได้เพิ่มพูนทักษะทางเทคโนโลยี เนื้อหาที่นักเรียนเรียนจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเหมาะสมและเพิ่มแหล่งทรัพยากรต่างๆ ให้นักเรียนได้เพิ่มพูนความรู้ นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ และฝึกฝนทักษะได้จากเทคโนโลยี อันหลากหลาย (Hunnum, 1998)

### ข้อจำกัดของการเรียนการสอนบนเครือข่าย

เมื่อพิจารณาแล้วการเรียนการสอนบนเครือข่ายก็เชื่อว่าจะเหมาะกับการเรียนการสอนทุกสถานการณ์หรือกับผู้เรียนทุกคนเสมอไป แต่การเรียนการสอนบนเครือข่ายก็ยังมีข้อจำกัดอยู่ ดังที่วารจณา หอมจันทร์ (2542 อ้างถึงใน กรกช รัตนโชตินันท์, 2547 : 56) ได้รวบรวมข้อจำกัดของการเรียนการสอนบนเครือข่าย ดังนี้ (Hall, 1997, Hilles and Ewing, 1997; Khan, 1997)

1. รูปแบบที่อ่อน รูปแบบการเข้าถึงมัลติมีเดีย ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนส่วนบุคคล วิตทัศน์แบบออนไลน์ที่ช้ากว่าแถบบันทึกเสียงหรือโทรทัศน์
2. ปัญหาของส่วนชี้นำ รูปแบบข้อความหลายมิติ (Hypertext) การเชื่อมโยงไปยังแหล่งต่าง ๆ ถ้าผู้เรียนหลงทางในสภาพแวดล้อมของเว็บ การหลงทางและสูญเสียความสนใจเป็นปัญหาใหญ่สำหรับผู้เรียน
3. การขาดการติดต่อ ผู้สอนในรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บจะไม่สามารถรับรู้ได้เลยว่าผู้เรียนกำลังสับสนหรือเข้าใจในเนื้อหา มากน้อยเพียงใด ถ้าไม่ติดต่อสื่อสารกัน ซึ่งผู้สอนและ

ผู้เรียนสามารถติดต่อถึงกันได้ด้วยจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ กระดานข่าว หรือโปรแกรมการสนทนา แต่ผู้เรียนบางคนอาจจะไม่สนใจการมีปฏิสัมพันธ์บนเว็บ ซึ่งอาจจะมาจากขอบสภาพของการเรียนแบบดั้งเดิมในชั้นเรียนมากกว่า

4. แรงจูงใจ แรงจูงใจจากภายในขึ้นอยู่กับตัวผู้เรียนเอง ผู้สอนไม่สามารถบังคับได้ แต่ผู้สอนสามารถสร้างแรงจูงใจจากภายนอกได้ ซึ่งต้องมีการวางแผนการเรียนที่ดี

5. เนื้อหาที่กระจายไม่มีข้อยุติ เนื้อหาที่เสนอบนเว็บที่มากมายบางครั้งผู้เรียนไม่รู้ว่าขอบเขตของเนื้อหาสิ้นสุดที่ใด หากหัวข้อหรือหลักสูตรของการเรียนเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้งอาจก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการเรียนของผู้เรียนก็ได้

กิดานันท์ มลิทอง (2543 : 351) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการเรียนการสอนบนเครือข่ายดังนี้

1. ในการศึกษาทางไกล ผู้สอนและผู้เรียนอาจไม่ได้พบหน้ากันเลย รวมทั้งการพบกันระหว่างผู้เรียนคนอื่น ๆ ด้วย วิธีการนี้อาจทำให้ผู้เรียนบางคนรู้สึกอึดอัดและไม่สะดวกในการเรียน

2. เพื่อให้ได้ประโยชน์ในการสอนมากที่สุด ผู้สอนจำเป็นต้องใช้เวลามากในการเตรียมการสอนทั้งในด้านเนื้อหา การใช้โปรแกรมและคอมพิวเตอร์ และในส่วนของผู้เรียนก็จำเป็นต้องเรียนรู้การใช้โปรแกรมและคอมพิวเตอร์เช่นกัน

3. การถามและตอบปัญหาบางครั้งไม่เกิดขึ้นในทันทีอาจทำให้เกิดความไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้

4. ผู้สอนไม่สามารถควบคุมการเรียนได้เหมือนชั้นเรียนปกติ

5. ผู้เรียนต้องรู้จักควบคุมตัวเองในการเรียนได้อย่างดีจึงจะประสบความสำเร็จในการเรียนได้

ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการเรียนการสอนบนเครือข่ายเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นที่ในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าแสวงหาความรู้ เพื่อให้เกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งผู้วิจัยนำหลักการดังกล่าวไปใช้ในการสร้างบทเรียนบนเครือข่าย โดยใช้หลักการพัฒนาของ Alessi and Trollip ด้วยโปรแกรม Moodle และหลักการอื่น ๆ มาประยุกต์ในการสร้างบทเรียนบนเครือข่าย เพื่อจัดการเรียนการสอนบนเครือข่ายในการวิจัยครั้งนี้

## 5. สารการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์

ในสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักในโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 หลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแต่ละระดับชั้นให้ต่อเนื่องเชื่อมโยงตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนั้นจึงมีจัดหลักสูตรแกนกลางที่มีการเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาสาระในแต่ละระดับชั้น การเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัยและมีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ รวมถึงมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลและการจัดการ

### 5.1 ธรรมชาติและลักษณะของวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (scientific process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (scientific inquiry) การแก้ปัญหา โดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลานานและยาวนาน

ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิง ทั้งในการสนับสนุนหรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูล หรือหลักฐานใหม่ หรือแม้แต่ข้อมูลเดิมเดียวกัน ก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ความรู้วิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ในส่วนใดของโลกวิทยาศาสตร์จึงเป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคลการสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูล เพื่อให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ มีผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งและส่งผลกระทบต่อคนในสังคมและ

สิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ภายในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคม และเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี เทคโนโลยีเป็นกระบวนการ ในงานต่าง ๆ หรือกระบวนการพัฒนา ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์ อื่น ๆ ทักษะ ประสบการณ์ จินตนาการ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของมนุษย์ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะ ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการและแก้ปัญหาของมวลมนุษยชาติ เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับ ทรัพยากร กระบวนการ และระบบการจัดการ จึงต้องใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อสังคมและ สิ่งแวดล้อม

## 5.2 เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักในโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 หลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแต่ละระดับชั้นให้ต่อเนื่อง เชื่อมโยงตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวของการ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและ การนำผลการจัดระบบ หลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ได้เรียนรู้ และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้า เรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษา และเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีเป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษยชาติและ สภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

### 5.3 วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์เป็นมุมมองภาพในอนาคตที่มุ่งหวังว่าจะมีการพัฒนาอะไร อย่างไร ซึ่งจะสอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนสังคม วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดไว้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา ผู้เรียน และชุมชนร่วมกันพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์และปฏิบัติร่วมกันสู่ความสำเร็จ

ในการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ดังนี้

1. หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลักและกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศและมีความยืดหยุ่นหลากหลาย

2. หลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัดและความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3. ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้

4. ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา

5. ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการ ความสนใจ และวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

6. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

7. การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ดังนี้ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการ และเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูล และสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (Natural World) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียน ได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว ท้าทายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะสังเกต การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่นและคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจ และความถนัดแตกต่างกัน

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ซาบซึ้งและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลาย ๆ ด้าน เป็นความรู้แบบองค์รวมอันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ และพัฒนาคุณภาพชีวิตมีความสามารถในการจัดการและร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

#### 5.4 สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

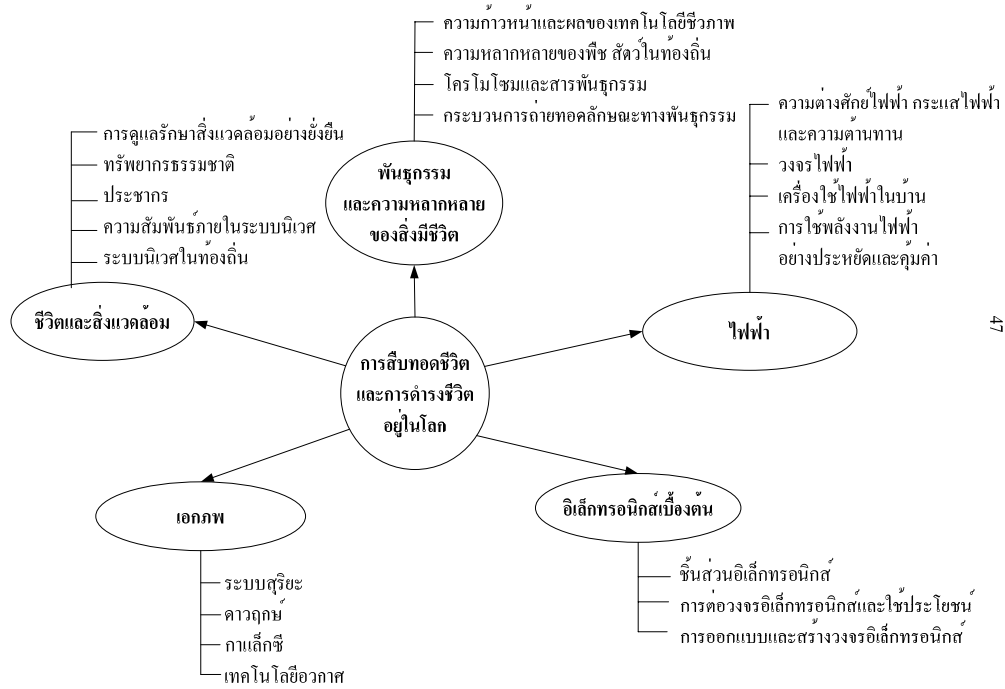
สารการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหา แนวความคิดหลักวิทยาศาสตร์และกระบวนการสาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระหลัก ดังนี้

- สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
- สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร
- สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่
- สาระที่ 5 : พลังงาน
- สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
- สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ
- สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิจัยในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ปีที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) เรื่องวงจรไฟฟ้า ซึ่งในหลักสูตรได้กำหนดไว้ในสาระที่ 5 พลังงาน โดยมีกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสาระที่ 5 พลังงาน ดังนี้



ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



47

ภาพประกอบ 5 แสดงมโนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ที่มา : กรมวิชาการ , 2546 : 47)

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรีนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5.5 คำอธิบายรายวิชาสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษาปีที่ 3

ศึกษาวิเคราะห์ กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ความผิดปกติและโรคทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพ สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ทรัพยากรธรรมชาติ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์ วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ส่วนประกอบของระบบสุริยะ กลุ่มดาวฤกษ์ กาแล็กซี เอกภพ เทคโนโลยีอวกาศ ดาวเทียม ยานอวกาศ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิจัยในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ปีที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) เรื่องวงจรไฟฟ้า ซึ่งในหลักสูตรได้กำหนดไว้ในสาระที่ 5 พลังงาน โดยมี กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสาระที่ 5 พลังงาน

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยในประเทศ

รุจโรจน์ แก้วอุไร (2542: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาระบบการเรียนการสอน ผ่านเครือข่ายใยแมงมุม พบว่าเมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่เรียนผ่านเครือข่าย ใยแมงมุมกับนิสิตที่เรียนตามปกติ ปรากฏว่านิสิตที่เรียนผ่านเครือข่ายใยแมงมุม มีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนสูงกว่านิสิตที่เรียนโดยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ เจตคติของผู้เรียนที่มี ต่อการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายใยแมงมุมของนิสิตและนักศึกษามหาวิทยาลัยนเรศวรและ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่มีเจตคติอยู่ในระดับมาก

เรวัตี ศุกมั่งมี (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องสารรอบตัวสูงกว่าก่อนสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบ สืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ในระดับดี

วิชาญ เลิศลพ (2543:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และรูปแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ารูปแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จกมลรัตน์ อัจฉิตรี (2544:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ สสวท.

วรวิมล มั่นสุขผล (2545:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนบนเว็บวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของบทเรียนบนเว็บ มีค่า 82.40/84.44 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนด้วยบทเรียนผ่านเว็บหลังเรียน ( $\bar{X} = 22.24$ ) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{X} = 18.80$ ) โดยมีผลต่างเท่ากับ 3.44 (ร้อยละ 17.2) จากคะแนนเต็ม 20

ชาติรี มูลชาติ (2546) ทำการวิจัยโดยสร้างบทเรียนบนเครือข่าย รายวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน ระดับปริญญาตรี มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ร้อยละ 80 เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนบนเครือข่าย ศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ ความพึงพอใจ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน และ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยสะสมต่างกัน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เป็นนิสิตระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนบนเครือข่ายที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพร้อยละ 86 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.74 นิสิตที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่าย มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยนิสิตกลุ่มที่มีผลการเรียนเฉลี่ยแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียน โดยเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ นิสิตมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้หลังเสร็จสิ้นการเรียน 6 วัน ลดลงร้อยละ 10.54 และ นิสิตมีความพึงพอใจต่อบทเรียนบนเครือข่ายอยู่ในระดับปานกลาง

น้ำมนต์ เรื่องฤทธิ์ (2546:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนผ่านเว็บวิชาเทคโนโลยีการถ่ายภาพ เรื่องกล้องถ่ายภาพและอุปกรณ์ในการถ่ายภาพ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเว็บที่สร้างขึ้น มีค่า 81.8/80 บทเรียนมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ( $\bar{X} = 29.8$ ) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนแตกต่างกับก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนเต็ม 40 คะแนน พบว่าคะแนนหลังเรียน ( $\bar{X} = 29.8$ ) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน ( $\bar{X} = 17.9$ ) และความคิดเห็นของนักศึกษาจากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ที่มีต่อบทเรียนผ่านเว็บอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.07$ )

รัชนิพร สุขเกษม (2546) ได้พัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องสิ่งแวดล้อม สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาให้ขึ้นไปตามเกณฑ์ของวิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี คือ 80/70 สำหรับนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี ภาควิชาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง สิ่งแวดล้อม มีประสิทธิภาพ 87.91/81.55 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้
2. นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง สิ่งแวดล้อม ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

แสดงว่าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องสิ่งแวดล้อม ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพและทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สูงขึ้นตามเกณฑ์บรรลุตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่กำหนดไว้

วนิดา นัตรวิราคม (2546) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ เรื่องระบบนิเวศ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.76/86.8
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ทั้งก่อนและหลังการเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนนี้มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่มี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง และต่ำ ซึ่งนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มต่างก็มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น

3. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มทั้งก่อนและหลังการเรียนนี้มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มมีค่าสูงขึ้นทุกกลุ่ม

4. ความคิดเห็นของนักเรียนหลังผ่านการเรียนวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบการเรียนการสอนนี้ ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า รูปแบบการเรียนการสอนนี้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาเรื่องระบบนิเวศตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ มีกิจกรรมที่แปลกใหม่ การเรียนการสอนตามรูปแบบนี้สนุก ไม่ยาก มีสื่อการเรียนการสอนที่ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาการเรียนการสอนได้มาก การเรียนการสอนแบบนี้มีประโยชน์ทำให้นักเรียนพึงพอใจและสามารถใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ นักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่งของทั้งหมดเห็นว่ารูปแบบการเรียนการสอนนี้ทำทลายความสามารถของนักเรียน จึงเห็นว่ารูปแบบการเรียนการสอนนี้ดี ส่วนข้อเสียของรูปแบบการเรียนการสอนนี้คือ เพื่อนบางคนไม่ช่วยทำงาน

วาสนา วิณิชกุล (2546) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และการสอนตามรูปแบบ สสวท. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย สุราษฎร์ธานี อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านเนื้อหาและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านเนื้อหาและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนตามรูปแบบ สสวท. สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านเนื้อหาและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรอนุตร ช้อนบุญ (2546) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การสอนบนเว็บกับการสอนปกติ เรื่องสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากสื่อบนเว็บ สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

ชุติมา ผึ้งนิมพลี (2547:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่าย เรื่องภูมิปัญญาท้องถิ่น ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนบนเครือข่าย เรื่องภูมิปัญญาท้องถิ่น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.67:83.56 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80:80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่าย กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นภาพรณัฏ์ ยอดสิน (2547) ได้ศึกษาผลของการใช้ภาพพานอรามาเสมือนในการศึกษานอกสถานที่บนเว็บมีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนาครประสิทธิ์ จังหวัดนครปฐม ที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนการศึกษานอกสถานที่บนเว็บ และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนจากการศึกษานอกสถานที่บนเว็บที่มีการใช้ภาพพานอรามาเสมือนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการศึกษานอกสถานที่บนเว็บที่ใช้ภาพพานอรามาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พรพรรณ พึ่งประยูรพงศ์ (2547) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนคือ 1) องค์ประกอบ ด้านการวิเคราะห์ความต้องการและข้อมูลพื้นฐาน คือจุดมุ่งหมายในการเรียน บุคคลกร ในการเรียนการสอน เนื้อหา สภาพแวดล้อม และการวัดและการประเมินผล 2) องค์ประกอบด้านการออกแบบ การพัฒนา

และการนำไปใช้ ซึ่งแบ่งขั้นตอนในการปฏิบัติเป็น 7 ขั้นตอนดังนี้ 1.ขั้นเตรียมความพร้อมของผู้เรียน 2.ขั้นกระตุ้นความคิดเพื่อระบุนำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา 3.ขั้นกำหนดแนวทางในการแสวงหาข้อมูล 4.ขั้นขยายโครงสร้างทางปัญญาโดยค้นคว้ารวบรวมข้อมูลและพิสูจน์ตามแนวทางที่ได้กำหนด 5.ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและจัดประเภทเพื่อประเมิน 6.ขั้นสรุปคำตอบของปัญหาเพื่อพัฒนาเป็นความรู้ใหม่และ 7.ขั้นนำความรู้ใหม่ไปใช้ 3)องค์ประกอบด้านการประเมินผลตามรูปแบบการเรียนการสอนนี้เพื่อประเมินการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนในเรื่องนั้น ๆ ประกอบด้วย 1.การสังเกตการณ์แสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม 2.การวัดประเมินความสามารถ 3.เพิ่มผลงาน 4.แบบทดสอบอัตนัยและปรนัย และ 5.ประเมินการนำเสนอ

นภาพรณ์ ยอดสิน (2547) ได้ศึกษาผลของการใช้ภาพพาโนรามาเสมือนในการศึกษานอกสถานที่บนเว็บมีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนาครประสิทธิ์ จังหวัดนครปฐม ที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนการศึกษานอกสถานที่บนเว็บ และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนจากการศึกษานอกสถานที่บนเว็บที่มีการใช้ภาพพาโนรามาเสมือนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการศึกษานอกสถานที่บนเว็บที่ใช้ภาพพาโนรามาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นวพรรณ ศิภย์ (2548) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญากับรูปแบบสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 6 ผลการศึกษาปรากฏ ดังนี้

1. นักเรียนโดยส่วนรวมที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ตามทฤษฎีพหุปัญญามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและเป็นรายด้านทุกด้านสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียน โดยรวมและเป็นรายด้านทุกด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. นักเรียนที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมและเป็นรายด้าน 4 ด้าน (ยกเว้นด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนชายที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพุทปัญญาโดยรวมและเป็นรายด้าน 5 เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ส่วนนักเรียนชายที่เรียนสืบเสาะแบบสสวท. มีคะแนนเฉลี่ยโดยรวมและด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพุทปัญญา มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและเป็นรายด้านทุกด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ส่วนนักเรียนหญิงที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. มีคะแนนเฉลี่ยโดยรวมและเป็นรายด้าน 3 ด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. นักเรียนที่มีเพศต่างกันมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและเป็นรายด้านไม่แตกต่างกันและไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและรูปแบบการเรียนต่อการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

6. นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ตามทฤษฎีพุทปัญญา มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและเป็นรายด้าน 1 ด้าน มากกว่านักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ดาร์กานต์ เกณฑ์สาธุ (2548) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับการเรียนบนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ในรายวิชา 212700 เทคโนโลยีการศึกษาและการพัฒนาระบบการสอน เรื่อง ทฤษฎีพุทปัญญา สำหรับนักศึกษาปริญญาโท ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากการเรียนบนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนเพิ่มสูงขึ้น และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้

2. ความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับการเรียนบนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ทฤษฎีพุทปัญญา ด้านเนื้อหา มีความเห็นว่า รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา น่าสนใจ เป็นลำดับขั้นตอน และง่ายต่อการทำความเข้าใจ ส่วนด้านการออกแบบสื่อบนเครือข่าย ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่าเป็นสื่อบนเครือข่ายมีการออกแบบเครื่องนำทางที่ช่วยผู้เรียน ในการค้นหาสารสนเทศได้ง่าย ตรงตามความต้องการ และด้านการออกแบบตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ในการเรียนรู้ โดยใช้สถานการณ์ปัญหา มีความใกล้เคียงกับปัญหาตามสภาพบริบทที่เกิดขึ้นจริง ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น การอภิปราย และร่วมมือกันเรียนรู้ในการแก้ปัญหา



สุมาลี วงศ์หอม (2548) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนวิทยาศาสตร์แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 5 ชั้น และการเรียนแบบสืบเสาะตามแนว สสวท. ที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนกลุ่มทดลองโดยรวมและจำแนกตามเพศมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียน โดยรวมและเป็นรายด้าน 6-7 ด้าน และมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติเชิง วิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยรวมและเป็นรายด้าน 2-4 ด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

2. นักเรียนหญิงมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียน ด้านความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติมากกว่าแต่มีคะแนนเฉลี่ยด้านการลงข้อวินิจฉัยน้อยกว่านักเรียน ชาย และมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ โดยรวมและเป็นรายด้าน 7 ด้าน (ยกเว้นด้านความอยากรู้อยากเห็น) มากกว่านักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น พื้นฐานด้านการสังเกตมากกว่า แต่มีด้านการใช้ตัวเลขและการคำนวณน้อยกว่านักเรียนที่เรียนแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ แตกต่างกัน

4. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพศและวิธีเรียนต่อการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐานและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สุภาพร ศรีวาปี (2549) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลของการเรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบ Wheatley กับการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนติฟิสิกส์: การสะท้อนของ แสงและการหักเหของแสงและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนโดยรวม นักเรียนชายและนักเรียนหญิง ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนแบบ Wheatley มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ ผิดพลาดและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนติฟิสิกส์ การสะท้อนของแสงและหักเหของแสง น้อยกว่านักเรียนที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามเพศ ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนแบบ Wheatley และที่เรียนสืบเสาะแบบ สสทว. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียน โดยรวม และเป็นรายด้านทุกด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนแบบ Whestley มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและด้านการทดลองมากกว่านักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะแบบ สสทว. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนที่มีเพศต่างกันมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและรายด้านไม่แตกต่างและไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและรูปแบบการเรียนต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชาติชาย โปยมเมฆา (2549) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งจำแนกตามระดับความสามารถของนักเรียน และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือและการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนกับหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกัน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ไม่แตกต่างกัน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีระดับความสามารถต่างกัน ไม่แตกต่างกัน แต่หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แตกต่างกัน

4. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ไม่แตกต่างกัน

5. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีระดับความสามารถต่างกัน ไม่แตกต่างกัน

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ  
ไม่มีความสัมพันธ์กัน

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักร  
การสืบเสาะหาความรู้ไม่มีความสัมพันธ์กัน

### งานวิจัยในต่างประเทศ

Jill Adler (1997) ได้ศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมการสอนช่วงสั้นๆ ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ระดับ  
มัธยมศึกษาที่ผู้เรียนมีความหลากหลายทางภาษาในอาฟริกาใต้ โดยผู้สอนใช้กลวิธีการสืบเสาะหาความรู้  
แบบมีส่วนร่วม เพื่อชี้แจงคำกล่าวอ้างที่ว่า กลวิธีดังกล่าวเป็นอุปสรรคในการใช้ความคิดซึ่งเป็นผลมา  
จากความคาดหวังในการสื่อสารที่มีต่อผู้สอนและผู้เรียน ผู้สอนมักจะตระหนักถึงภาวะวิกฤตของตน  
อย่างไรก็ตามสิ่งที่ยังไม่ชัดเจนก็คือกลวิธีการสืบเสาะหาความรู้แบบมีส่วนร่วมสามารถควบคุมการใช้  
ความคิดในการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์และเข้าถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ทางอ้อม

Alex J. Angulo and Michelle Bruce (1999) ได้ศึกษาเรื่องการรับรู้ของผู้เรียนระดับอุดมศึกษา  
โดยใช้การสอนบนเว็บ ผู้วิจัยสำรวจข้อมูลจากผู้เรียนที่ลงทะเบียนเรียน 5 รายวิชาของมหาวิทยาลัย  
จอร์เจีย ในปีการศึกษา 1997 แบบสำรวจประกอบด้วยแบบสอบถามมาตรวัดประเมินค่า 5 ระดับ 13 ข้อ  
และคำถามปลายเปิด 4 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า โดยภาพรวมผู้เรียนเห็นว่าการสอนบนเว็บมีประโยชน์ต่อ  
การเรียนรู้ของตน โดยสิ่งที่คุณเรียนชอบมากที่สุดคือการอภิปรายในกระดานแสดงความคิดเห็นนอก  
ห้องเรียน

Brigit V. Musheno and Anton E. Lawson (1999) ได้ศึกษาผลของวัฏจักรการเรียนรู้และ การ  
เรียนรูปแบบเดิม ในการเข้าใจโนมิตทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด  
9 – 10 จำนวน 123 คน ซึ่งสุ่มจากผลการทดสอบระดับความมีเหตุผลของนักเรียน การวิจัยนี้แบ่ง  
นักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง เป็นกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ กลุ่มควบคุมเป็น  
กลุ่มที่ได้รับวิธีการสอนแบบปกติ วิธีการสอนใช้การอ่านบทเรียนวิชาชีววิทยา โดยบทเรียนแรกเป็น  
บทเรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (ใช้กับกลุ่มทดลอง ) อีกบทเรียนเป็นบทเรียนทั่ว ๆ ไปแบบเดิม

(ใช้กับกลุ่มควบคุม) ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ได้ศึกษาบทเรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้จะมีความเข้าใจในมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ได้ดีกว่ากลุ่มที่ศึกษาบทเรียนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

Gulsun Kurubacak (2000) ได้ทำการศึกษาถึงการเรียนออนไลน์: การศึกษาทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนผ่านเว็บ เพื่อที่จะอธิบายและวิเคราะห์ทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนผ่านเว็บ ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาชอบ สนุกสนานกับการเป็นนักศึกษาออนไลน์การค้นพบความคิดใหม่ๆ และการวิเคราะห์ข้อความในการอภิปรายของผู้เรียนคนอื่น ๆ ผู้เรียนชอบที่จะเป็นผู้เรียนแบบตั้งรับมากกว่าเป็นผู้เรียนแบบรุก ชอบที่จะเรียนคนเดียวมากกว่าทำงานเป็นกลุ่ม สื่อชนิดนี้มีความหลากหลาย ดังนั้นจึงควรส่งเสริมโดยการนำคุณประโยชน์ของเว็บมาใช้ให้ได้มากที่สุด

Lisa M. Blank (2000) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ที่เน้นการคิดเชิงนามธรรม ซึ่งส่งผลต่อความเข้าใจของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 – 8 จำนวน 46 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 24 คน และกลุ่มควบคุม 22 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ที่เน้นการคิดเชิงนามธรรม กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ของ SCIS ( Science Curriculum Improvement Study ) ผลการศึกษาพบว่า การเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ที่เน้นการคิดเชิงนามธรรมช่วยให้นักเรียนมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ดีกว่า การเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ SCIS ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 และนักเรียนสามารถจัดรูปแบบและโครงสร้างความรู้ได้ดีโดยอาศัยประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการเรียน

Arthur L. Odom and Paul V. Kelly (2001) ได้ทำการศึกษาผลการรวมวัฏจักรการเรียนรู้กับผังมโนคติในการสอนวิชาชีววิทยาเรื่อง การแพร่และออสโมซิส ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาหาผลของการสอนโดยใช้วิธีการสอน 4 แบบ คือ การใช้ผังมโนคติรวมกับวัฏจักรการเรียนรู้, การสอนโดยใช้ผังมโนคติ, การสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้และการสอนแบบเปิดเผยความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 10 – 11 โรงเรียนเตรียมชีววิทยา Kansas City สหรัฐอเมริกา จำนวน 108 คน นักเรียนถูกแบ่งเข้ากลุ่มการสอน 4 กลุ่มดังกล่าวข้างต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนติรวมกับวัฏจักรการเรียนรู้ และ นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนติเพียงอย่างเดียว มีความเข้าใจด้านมโนคติเรื่องการแพร่และการออสโมซิสแตกต่างจากกลุ่มควบคุม (การสอนแบบบรรยาย) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

.05และ.01 ตามลำดับ สำหรับนักเรียนในกลุ่มที่ใช้วัฏจักรการเรียนรู้ไม่พบความแตกต่าง

Slotta Jim (2002) ได้ศึกษาการออกแบบเครือข่ายความรู้ที่เป็นพื้นฐานการเรียนวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อมแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่ง โครงสร้างนี้ถูกออกแบบร่วมกับหลักสูตรการเรียนการสอนโดย มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เป็นแหล่งรวมความรู้ที่สามารถใช้งานได้นานถึง 2 ทศวรรษ โดยเพียงแต่เลือก ฐานข้อมูลจากหน้าจอที่มีความแตกต่างกันเท่านั้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าของการออกแบบ การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งที่แตกต่างกันได้ง่ายขึ้น โครงสร้างของ เว็บที่เป็นพื้นฐานการเรียนวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมแบบสืบเสาะหาความรู้ นี้ประกอบด้วยหลักการ 4 ประการ ในการออกแบบให้กิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ สำเร็จได้นั้นคือ 1 การเข้าสู่โปรแกรม วิทยาศาสตร์ 2 การเข้าสู่กิจกรรมที่ทำให้เห็นภาพของการคิดที่ชัดเจน 3 การเข้าสู่ขั้นตอนการช่วยผู้เรียน ในการเรียน 4 การเข้าสู่ขั้นตอนการช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการเรียนด้วยตนเอง จากนั้น ได้พัฒนาเว็บ ทางวิชาการนี้ให้มีการใช้งานที่ง่ายขึ้น และนำไปติดตั้งในห้องสมุดและเชื่อมต่อเข้ากับเว็บอื่น ๆ ที่มี ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ฐานข้อมูลกว้างขวางขึ้น พบว่ามีการนำเว็บนี้ไปใช้ประโยชน์มากมายทั้ง ครูและนักเรียน และในปัจจุบันมีการนำเว็บการสืบเสาะหาความรู้นี้ไปใช้ในหลักสูตรการสอน วิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนบนเครือข่าย และการเรียนการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ นั้น พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น สามารถดึงดูความสนใจ ของผู้เรียนสืบค้นจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย แสวงหาความรู้แก้ปัญหาด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ ผู้เรียนเกิดเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำหลักการของการเรียนการสอนบนเครือข่าย และวิธีการ สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มาสร้างเป็นบทเรียนบนเครือข่ายแบบสืบเสาะหาความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ โดยอาจยัง ไม่มีผู้ใดได้ทำการวิจัยหรืออาจมีแต่น้อย ผู้วิจัยคิดว่าการสร้างบทเรียน ดังกล่าวนี้อาจเป็น ทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้การพัฒนาการเรียนรู้อาชีววิทยาศาสตร์ที่สร้างความรู้ ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในยุคปฏิรูปการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ