# บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเข้าใจกระบวนแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก มีประเด็นที่ปรากฏในเอกสารและงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง และสามารถใช้เป็นแนวทางศึกษา ดังนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## ความหมายของวิทยาศาสตร์

เรนเนอร์และสแตฟฟอร์ด (Renner and Stafford, 1972 : 1 – 4) ได้ให้ความหมายของคำว่าวิทยาศาสตร์ว่าวิทยาศาสตร์ต้องเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ตรง มีการสืบค้นหรือการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ และมีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วย และวิทยาศาสตร์ต้องมีการจัดกระทำและการตีความหมายข้อมูลที่รวบรวมได้โดยใช้วิธีการที่มีเหตุผล นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ต้องมีการสร้างสรรค์ มีความพยายามที่จะอธิบายและเข้าใจธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่างๆ โดยใช้ประสบการณ์ที่มากกว่าการใช้ประสาทสัมผัสโดยตรง ดังนั้น ความหมายของวิทยาศาสตร์จึงเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์มีธรรมชาติเป็น 2 ลักษณะ ลักษณะหนึ่งเป็นคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่นักวิทยาศาสตร์ใช้อธิบาย ซึ่งคำอธิบายนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ และคำอธิบายนั้นเป็นที่ยอมรับในวงการวิทยาศาสตร์ว่าเป็นคำอธิบายที่มีเหตุผลมากที่สุด หรือเป็นแบบจำลองของธรรมชาติ อีกลักษณะหนึ่งวิทยาศาสตร์เป็นการทดสอบ การกลั่นกรอง และการสำรวจหาแบบจำลองของธรรมชาติ อีกลักษณะหนึ่งวิทยาศาสตร์เป็นการทดสอบ การกลั่นกรอง และการสำรวจหาแบบจำลองของธรรมชาติให้เป็นที่ยอมรับ และเป็นการสืบค้นหาแบบจำลองหรือคำอธิบายใหม่ด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

คารินและซันด์ (Carin and Sund, 1975 : 4 – 5 ) ได้ให้ความหมายของคำว่าวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนและการสะสมความรู้อย่างเป็นระบบที่ใช้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้อยู่ที่การสะสมข้อเท็จจริงเท่านั้น แต่ยังรวมถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย ดังนั้น วิทยาศาสตร์จึงมีคำนิยามว่า มีค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์และผลิตผลหรือความรู้วิทยาศาสตร์ประกอบกัน

ผู้ที่ปฏิบัติการเป็นนักวิทยาศาสตร์ต้องศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยใช้การสังเกต การทำการทดลอง และการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล ต้องเป็นผู้มีเจตคติที่ดี เป็นต้นว่าพยายามเก็บข้อมูลและประเมินผลข้อมูลตามความเป็นจริง โดยขั้นตอนการทำการทดลองและสถิติเพื่อพิสูจน์ข้อสงสัยความลึกลับของจักรวาล ในการทำเช่นนั้น นักวิทยาศาสตร์จะได้ข้อค้นพบซึ่งเป็นผลิตผลหรือความรู้วิทยาศาสตร์

คอลลีต และ เชียเพ8181■ (Collete and Chiappetta, 1989:22) ได้ให้ความหมายข04คำว่าวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เป็นตัวความรู้ เป็นการสืบค้นหรือวิธีการหาความรู้ และเป็นแนวทางในการคิดแสวงหาความเข้าใจในธรรมชาติ

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517 : 11) ได้กล่าวถึงวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์ที่แท้จริงเป็นทั้งตัวความรู้และกระบวนการที่ได้ความรู้นั้นมาโดยไม่แยกจากกัน

มังกร ทองสุขดี (2521 : 4) กล่าวไว้ว่า วิชาวิทยาศาสตร์ do ขบวนการอันมีระบบที่จะช่วยแก้ปัญหาหรือสรุปได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นขบวนการที่รวบรวมหรือจัดระเบียบเพื่อความรู้

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 5) ได้กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความหมายว่า ที่เรียกว่า วิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่ตัวความรู้วิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่ยังประกอบด้วยกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ได้ความรู้นั้นๆ อีกด้วย

นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2525 : 11) ได้กล่าวไว้ว่า มีผู้ให้คำนิยามที่แท้เน้นลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์ได้ต่างๆกัน ไม่มีคำนิยามใดที่ให้ความหมายโดยสมบูรณ์ แต่อย่างไรก็ตามถ้าพิจารณาให้ดีแล้วจะเห็นว่ามีแกนของแนวความคิดที่ร่วมกันอยู่ กล่าวคือ

1. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ตรง กับปรากฏการณ์ตามธรรมชาติและการรวบรวมข้อมูล

2. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการจัดกระทำ (Organization)และตีความหมาย (Interpretation) ของข้อมูลที่รวบรวมได้โดยวิธีการทางตรรกศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Phibulsongkram Rajabhat University

3. วิทยาศาสตร์มีลักษณะของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพราะวิทยาศาสตร์พยายามที่จะอธิบายและขยายขอบเขตของประสบการณ์มนุษย์ให้ลึกซึ้งกว่าสิ่งที่รับรู้จากประสาทสัมผัสโดยตรง ทั้งนี้เพื่อทำความเข้าใจต่อสิ่งแวดล้อมทั้งปวง

ประชุมสุข อาชวอำรุง (2526 : 66) ได้ให้คำนิยามคำว่า "วิทยาศาสตร์" ไว้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติแวดล้อม ที่ทำให้เห็นประจักษ์ได้ วิธีการควบคุมและการทำนายเหตุการณ์ต่างๆ

กล่าวโดยสรุป วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สืบค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

**ความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น อาจแบ่งเป็นประเภทของความรู้วิทยาศาสตร์เป็น 5 อย่างด้วยกัน คือ ข้อเท็จจริงวิทยาศาสตร์ (Scientific facts) มโนมติ(Concept) หลักการ(Principles) กฎ(Law) สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์(Scientic Hypotheses) และทฤษฎี(Theories)

**ข้อเท็จจริงวิทยาศาสตร์ (Scientific facts)**

เจมส์ บี โคแนนท์ (James B. Conant) ได้ให้ความหมายของข้อเท็จจริงว่า ข้อเท็จจริงจะต้องสังเกตได้โดยตรง และจะต้องคงความจริงไว้โดยสามารถสาธิตและทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

ข้อเท็จจริงวิทยาศาสตร์จะได้รับการยอมรับเมื่อข้อเท็จจริงนั้นสามารถสังเกตได้โดยตรง เช่น น้ำแข็งลอยน้ำได้ ในการเสนอข้อมูลดิบหรือข้อเท็จจริงของนักวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องบอกถึงวิธีการที่ใช้ในการได้มาซึ่งข้อมูล เพื่อให้คนอื่นสามารถตัดสินได้ว่าข้อมูลนั้นเป็นที่เชื่อถือได้เพียงใด โดยคนเหล่านั้นสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ สำหรับเกณฑ์ที่อาจมีข้อยกเว้นได้ มีหลายเหตุการณ์ในธรรมชาติที่ไม่อาจทำให้เกิดซ้ำได้เหมือนเดิม เช่น แผ่นดินไหวภูเขาไฟระเบิด เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ธรรมชาติของการยอมรับย่อมแตกต่างกันไปตั้งแต่เป็นการยอมรับโดยสมบูรณ์จนถึงยังมีข้อสงสัยอยู่ ทั้งนี้แล้วแต่ข้อมูลที่นำมาพิจารณา ตัวอย่างของข้อเท็จจริง เช่น คลอรีนเป็นแก๊ส มีสีเหลืองปนเขียว ที่อุณหภูมิห้องและความดันบรรยากาศปกติ

**มโนมติ (Concepts)**

คำว่ามโนมตินี้ มาจากศัพท์ภาษาอังกฤษ "Concept" บางคนก็ใช้คำว่า ความคิดรวบยอด สังกัป มโนทัศน์ หรือมโนภาพ ซึ่งเป็นคำที่มีความหมายเดียวกัน มโนมติเป็นเรื่องของแต่ละบุคคล การที่บุคคลหนึ่งบุคคลใดสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ จะทำให้เกิดการรับรู้บุคคลนั้นจะนำการรับรู้นี้มาสัมผัสกับประสบการณ์ต่างๆ จะทำให้เกิดการรับรู้บุคคลนั้นจะนำการรับรู้นี้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของเขา จะทำให้เกิดมโนมติซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นและทำให้เขามีความรู้ขึ้น แต่ละคน บุคคลย่อมมีมโนมติเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของบุคคลนั้น ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า มโนมติเป็นความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยนำการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525. เล่ม 1 หน้า 28-30) ได้ให้ความหมายของคำว่า มโนมติว่า หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลายๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นนำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง มโนมติทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน มโนมติหนึ่งๆ อาจเกิดมาจากการนำเอามโนมติหลายๆ อย่างมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล มโนมติทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นสากล มโนมติทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียนและมีความรู้ในระดับสูงชัดเจนดีขึ้น ตัวอย่างของมโนมติทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

- ตัวอย่างมโนมติที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นำมาสรุป เช่น แมลงหรือสัตว์ที่มี 6 ขา
- น้ำแข็ง คือ น้ำที่อยู่ในสถานะของแข็ง

**หลักการ (Principles)**

หลักการ เป็นความจริงที่สามารถใช้เป็นหลักในการอ้างอิงได้ หลักการเป็นการนำมโนมติที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ซึ่งได้รับการทดสอบว่าเป็นจริงแล้วมาผสมผสานกัน แล้วนำไปใช้อ้างอิงต่างๆ หลักการต้องเป็นความจริงที่สามารถทดสอบได้ และได้ผลเหมือนเดิม มีความเป็นปรนัยและเป็นที่เข้าใจตรงกัน ตัวอย่างของหลักการทางวิทยาศาสตร์ เช่น

- สสารเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
- ขั้วแม่เหล็กชนิดเดียวกันจะผลักกัน ขั้วต่างกันจะดูดกัน
- คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นสารให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต

**กฎ (Law)**

กฎ ก็คือ หลักการอย่างหนึ่ง เป็นข้อความที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลและอาจเขียนในลักษณะรูปสมการแทนได้ ผ่านการทดสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้มาแล้ว หากมีผลการทดลองใดขัดแย้งกฎนั้นก็ต้องล้มเลิกไป กฎส่วนใหญ่ได้มาจากการอุปมาน(Induction) โดยนำเอาข้อเท็จจริงทั้งหลายมาผสมผสานกัน แต่บางกฎก็ได้มาจากการอนุมาน (Deduction)จากทฤษฎี ตัวอย่างกฎทางวิทยาศาสตร์ เช่น

- กฎสัดส่วนคงที่ กล่าวว่า อัตราส่วนระหว่างมวลสารของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบชนิดใดชนิดหนึ่งจะมีค่าคงที่เสมอ

**สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Hypotheses)**

สมมติฐาน เป็นข้อความที่คาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ของปัญหาที่นักวิทยาศาสตร์กำลังศึกษา โดยอาศัยข้อมูลและประสบการณ์ความรู้เดิมเป็นพื้นฐาน หรืออาจคาดคะเนจากความเชื่อหรือความบันดาลใจของนักวิทยาศาสตร์ก็ได้ คำตอบที่คาดคะเนนั้นจะเป็นจริงหรือไม่ยังไม่ทราบแน่ชัด จะต้องมีการทดสอบโดยการทดลอง หรือการหาหลักฐานมาสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานนั้นๆ เสียก่อน

อย่างไรก็ตาม ในการพิจารณาว่า ข้อความใดเป็นสมมติฐานหรือไม่ ควรถือหลักว่าข้อความที่จะเป็นสมมติฐานจะต้องเป็นข้อความที่คาดคะเนคำตอบ โดยที่บุคคลนั้นยังไม่เคยรู้หรือเรียนรู้มาก่อน หากได้เคยเรียนรู้มาก่อนก็จะจัดเป็นข้อเท็จจริง ไม่ใช่สมมติ หรือหลักการเท่านั้น ตัวอย่างของสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ เช่น โลกและดวงจันทร์มีกำเนิดมาพร้อมๆ กัน

**ทฤษฎี (Theories)**

ทฤษฎี เป็นข้อความซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในการอธิบายกฎ หลักการหรือข้อเท็จจริง หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า เป็นข้อความที่ใช้อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ นั่นเอง

ในการสร้างทฤษฎี บางครั้งนักวิทยาศาสตร์ก็ต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองก่อนแล้วจึงใช้วิธีการอุปมานและการสร้างจินตนาการขึ้น เพื่อสร้างข้อความอธิบายผลการสังเกตหรือการทดลองนั้นๆ ให้ได้ แต่ในบางครั้งนักวิทยาศาสตร์ก็ใช้ความคิดสร้างสรรค์ของตนเองสร้างทฤษฎีขึ้นมา โดยไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองก็ได้ ต่อมาถ้าทฤษฎีเหล่านั้นสามารถอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ ทฤษฎีเหล่านั้นก็ย่อมเป็นที่เชื่อถือได้หรือไม่ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขต่อไปนี้

1. ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบายกฎ หลักการ และข้อเท็จจริงของเรื่องราวทำนองเดียวกันได้
2. ทฤษฎีจะต้องอนุมานออกไปเป็นกฎหรือหลักการบางอย่างได้
3. ทฤษฎีจะต้องทำนายปรากฏการณ์ที่อาจเกิดตามมาได้

หากทฤษฎีใดไม่เป็นไปตามเงื่อนไขดังกล่าว ทฤษฎีนั้นก็ต้องล้มเลิกไป ตัวอย่างของทฤษฎี เช่น

- ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส มีใจความว่า แก๊สประกอบด้วยโมเลกุลขนาดเล็กมากและอยู่ห่างกัน โมเลกุลของแก๊สไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล แต่ละโมเลกุลเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ไปตามทิศทางใดทิศทางหนึ่งจนกระทั่งชนโมเลกุลอื่น หรือชนกับภาชนะที่บรรจุ ทำให้ทิศทางเปลี่ยนไป ขณะเมื่อโมเลกุลชนกับผนังภาชนะ โมเลกุลจะส่งแรงดันผนังภาชนะทำให้เกิดความดัน โมเลกุลเมื่อชนกันเองหรือชนกับภาชนะจะไม่เสียพลังงาน พลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ สำหรับแก๊สต่างชนิดกัน ถ้ามีอุณหภูมิเท่ากัน พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลจะเท่ากัน

**กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Processes of seeking science knowledge)**

กระบวนแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย (อำนาจ เจริญศิลป์,2532 : 70-73)

**วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method)**

การที่นักวิทยาศาสตร์มีความสนใจแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ นั้น ทำให้นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการต่างๆ ที่นำมาใช้ในการแสวงหาความรู้นั้นอาจแตกต่างกันบ้าง แต่ก็มีลักษณะร่วมกันที่ทำให้สามารถจัดเป็นขั้นตอนได้ ขั้นตอนที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นการรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต และ/หรือการทดลอง
4. ขั้นสรุปผลการสังเกต และ/หรือการทดลอง

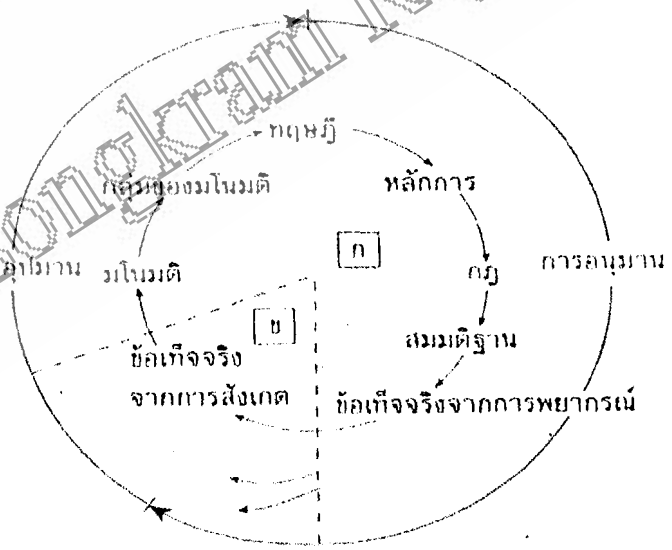
คุสแลน และ สโตน (Kuslan and Stone,1969:15-16) ได้กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่า มี 6 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นระบุข้อความของปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นการสืบเสาะหาข้อมูลหลักฐานเพื่อทดสอบสมมติฐาน
4. ขั้นประเมินความเที่ยงตรงของสมมติฐาน
5. ขั้นทบทวนสมมติฐาน ถ้าจำเป็น
6. ขั้นนำข้อสรุปไปใช้กับปัญหาอื่นที่คล้ายกัน

อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่า เมื่อนักวิทยาศาสตร์มีความสนใจหรือมีปัญหาที่จะค้นคว้าหาคำตอบหรือคำอธิบาย นักวิทยาศาสตร์มักเริ่มต้นด้วยการตั้งสมมติฐานขึ้นก่อนแล้วหาวิธีการรวบรวมสืบเสาะหาข้อมูลโดยใช้การสังเกต หรือวิธีการทดลองเกี่ยวกับปัญหานั้นๆ

นักวิทยาศาสตร์เชื่อถือในผลของการสังเกตและการทดลอง การสังเกตเป็นการพิจารณาปัญหาที่ศึกษาอย่างใกล้ชิดโดยการวัดและการรวบรวมข้อมูล การทดลองเป็นการสืบเสาะหาความรู้และหาทางพิสูจน์ว่า อะไรเป็นสาเหตุ เป็นผลของปัญหา หรือปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้น ทั้งนี้นักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อว่าปัญหาหรือปรากฏการณ์ในธรรมชาตินั้น จะต้องดำเนินไปตามแบบแผน (Pattern) ตามธรรมชาติของมัน เมื่อนักวิทยาศาสตร์ได้รวบรวมผลการสังเกตและผลการทดลองแล้วมาประกอบกับประสบการณ์เดิมของเขาทำให้เกิดมโนมติซึ่งเป็นความรู้ความเข้าใจของปัญหานั้นๆ และเมื่อนักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสืบค้นต่อไปเพื่อจะอธิบายความเป็นไปของปัญหาหรือปรากฏการณ์นั้น จะทำให้ได้ทฤษฎี กฎ หรือหลักการ และในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นนักวิทยาศาสตร์อาจไม่จำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด นักวิทยาศาสตร์มักจะหาทางแก้ปัญหาในแนวทางที่มีระเบียบแบบแผน อย่างมีทิศทางและมีข้ออ้างอิง และหาวิธีการแก้ปัญหาในหลายๆ ทาง

ลักษณะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะของการเปลี่ยนแปลงการสะสมความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ ตั้งแต่ ข้อเท็จจริง มโนมติ ทฤษฎี หลักการ กฎ สมมติฐาน การตรวจสอบการพยากรณ์ของความรู้ประเภทต่างๆ นั้น เป็นการสร้างเสริมความเชื่อมั่นในความรู้เดิม และเป็นการสร้างปัญหา ตั้งสมมติฐาน และได้พบความรู้ใหม่ต่อไปเป็นวัฏจักร ดังแผนภูมิในภาพ 1




**ภาพ 1** แสดงโครงสร้างกระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์

จากภาพ โครงสร้างกระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ บริเวณพื้นที่ ก เป็นความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ บริเวณพื้นที่ ข เป็นการสังเกตและข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกต การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นดำเนินไป และสิ้นสุดลงบริเวณพื้นที่ ข กล่าวคือ ปัญหาหรือความสงสัยที่เกิดขึ้นจากหลักปรัชญา ความเชื่อ หรือความรู้วิทยาศาสตร์เดิมจะถูกตั้งเป็นสมมติฐานและการพยากรณ์ในบริเวณพื้นที่ ก แล้วดำเนินการทดลอง สังเกต เก็บข้อมูล จากการทดลองและสังเกตแล้ว นำไปหาความสัมพันธ์นำไปหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงได้เป็นมโนมติพร้อมกับการสร้างขึ้นเป็นรูปแบบ อาจโดยอาศัยจินตนาการเพื่ออธิบายข้อเท็จจริงที่ค้นพบใหม่ ทำให้ได้กลุ่มของมโนมติเป็นทฤษฎี สำหรับวิธีการที่ใช้ตั้งแต่ต้นซึ่งเป็นการนำความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริงปลีกย่อยมาสัมพันธ์กัน ผสมผสานเป็นกลุ่มของมโนมตินั้น เรียกว่า การอุปมานจากความรู้ที่เป็นทฤษฎีได้ถูกอนุมานออกไปเป็นหลักการ กฎ ตลอดจนถูกนำไปชี้แนะในการตั้งสมมติฐาน เพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริงใหม่ๆ ดังนั้นความรู้วิทยาศาสตร์จึงยังไม่เป็นความจริงแท้ (Ultimate reality) ต้องแสวงหาความรู้ใหม่ต่อไป

อำนาจ เจริญศิลป์ (2532 : 70-73) ได้จำแนกวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา ต้องสำรวจให้แน่นอนว่าปัญหานั้นอยู่ที่ไหน อะไรคือปัญหาอันแท้จริง

2. การตั้งสมมติฐาน ต้องสำรวจว่าอะไรเป็นมูลเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้นๆ

3. การทดลอง และการเก็บข้อมูล ลงมือแก้ปัญหาจากปัญหาที่ตั้งสมมติฐานขึ้นมาไว้ เพื่อหาแนวทางที่จะแก้ปัญหา

4. การวิเคราะห์ข้อมูล การนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ อย่างรอบคอบแล้วรายงานผล

5. สรุปผล แนวทางปัญหา ได้ผลอย่างไร มีข้อบกพร่องอย่างใด เรียบเรียงเป็นเรื่องราวแล้วบันทึกไว้

**ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills)**

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศได้พยายามนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน เพื่อฝึกฝนและพัฒนานักเรียนให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแต่ละท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

พจน์ สะเพียรชัย (2517 : 51) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นพฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านการสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การจัดกระทำกับข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลและข้อสรุป การสร้างสมมุติฐาน การออกแบบแผนและการดำเนินการทดลอง การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

ประหยัด จันทร์ชมภู และ ประสพสันต์ อักษรมัต ( 2518 : 24 ) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความคล่องแคล่วชำนิชำนาญในหารเรียนทางวิทยาศาสตร์ และครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะ 2 ประการ คือ

1. ทักษะในการทำหรือในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้สิ่งต่อไปนี้
   1.1 ให้เด็กมีทักษะในการหยิบ การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ชำนาญ รวดเร็ว และปลอดภัย
   1.2 ให้เด็กมีทักษะในการเก็บรักษาและล้างทำความสะอาด
   1.3 ให้เด็กรู้จักประดิษฐ์เครื่องมืออย่างง่าย ๆ
   1.4 ให้เด็กสามารถสังเกต พิจารณาการบันทึก การชั่ง ตวง วัด และการทดลองต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
   1.5 ให้เด็กเกิดความเข้าใจความหมายของศัพท์วิทยาศาสตร์
2. ทักษะในการแก้หรือขบปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือ มีทักษะความสามารถในเชิงสติปัญญา และการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง มีเหตุผลพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดแก่เด็กที่เรียนวิทยาศาสตร์ คือ
   2.1 การใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ
   2.2 การนำความรู้เดิมประยุกต์เข้ากับความรู้ใหม่ และนำมาอธิบายได้
   2.3 สามารถคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไป เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง
   2.4 รู้จักค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ
   2.5 อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากหลักความจริงอย่างมีเหตุผล
   2.6 มีความกระตือรือร้นที่จะหาทางทดสอบ หรือหาคำตอบปัญหาต่าง ๆด้วยการปฏิบัติการทดลอง
   2.7 ถ้าทำการทดลองไม่ได้สามารถทำการตัดสินใจใช้วิธีการอื่นที่เหมาะสมได้
   2.8 สามารถรวบรวมสิ่งต่าง ๆ ที่ได้พบเห็นมารายงานหรือเขียนได้

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ ( 2526 : 48) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการแหวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนจะประสบความสำเร็จ หรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์

ซันด์ และ โอรบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1976 : 93 ) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ควรสอนนักเรียนเป็น 5 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

I. ทักษะเกี่ยวกับการหาความรู้ ได้แก่ การฟัง การสังเกต การค้นคว้า การสอบถาม การสืบสวน การรวบรวมข้อมูล และการวิจัย

2. ทักษะในการรวบรวมประสบการณ์ ได้แก่ การบันทึก การเปรียบเทียบความเหมือน ความแตกต่าง การจัดจำแนก การเรียบเรียงอย่างมีระเบียบ การเขียนโครงเรื่อง การพินิจ การประเมินผล และการวิเคราะห์

3. ทักษะในด้านสร้างสรรค์ ได้แก่ การวางแผนล่วงหน้า การออกแบบปัญหา การประดิษฐ์ และการสังเคราะห์

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ ได้แก่ การใช้เครื่องมือ การระวังรักษาเครื่องมือ การสาธิต การทดลอง และการซ่อมแซมเครื่องมือ

5. ทักษะในการสื่อความหมาย ได้แก่ การตั้งคำถาม การอภิปราย การบรรยาย การเขียนรายงาน การวิพากษ์วิจารณ์ ตลอดจนความสามารถในการสอนเพื่อนได้

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการหรือแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆ หรือค้นหาสิ่งที่ยังไม่รู้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งจัดเป็นกระบวนการทางสติปัญญา ( cognitive Process ) ที่ต้องอาศัยความคิดในระดับต่างๆ มาดำเนินการแก้ปัญหานั้นๆ ซึ่งอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่า วิธีการสืบเสาะหาความรู้แบบวิทยาศาสตร์ ( scientific Inquiry ) หรือแนวทางในการแสวงหาคำตอบของนักวิทยาศาสตร์

ในปี ค.ศ. 1970 สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ( American Association for the Advancementof Science : AAAS ) ได้ค้นพบวิธีหรือกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้อย่างน้อย 13 ประการ และตีพิมพ์ในหนังสือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับคำบรรยายสำหรับครู ( Science – A Process Approach, Commintary for Teachers ) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 กระบวนการ ( M S . 1970 : 33176 ) มีรายละเอียดดังนี้

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน ( The basic science process skills ) ได้แก่

1.1 ทักษะการสังเกต ( Observing ) หมายถึง ความสามารถในการหาข้อมูล ข้อเท็จจริง โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหลายอย่างรวมกันเข้าสัมผัส โดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้น เพื่อหารายละเอียดต่างๆ ทั้งนี้โดยไม่ต้องใช้ประสบการณ์และความคิดเห็นของผู้สังเกตในการเสนอข้อมูล

1.2 ทักษะการวัด ( Measuring ) หมายถึง ความสามารถในการหาปริมาณหรือค่าของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอและรวมไปถึงการใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัดด้วย

1.3 ทักษะการจำแนกประเภท ( Classifying ) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นกลุ่มโดยมีเกณฑ์ในการแข่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ร่วมของสิ่งนั้นๆ

1.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริภูมิกับปริภูมิและปริภูมิกับเวลา ( Space1 Space Relationship and Space/Time Relationship ) หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูป 3 มิติ กับ 2 มิติ ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับเวลาที่ใช้ไป ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของวัตถุเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

1.5 ทักษะการคำนวณ ( Using Number ) หมายถึง การนำเอาความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นเครื่องมือของวิทยาศาสตร์มาคำนวณหาค่าต่างๆ จากผลการทดลอง

1.6 ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย ( Organizing data and Communicating ) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการวัด การสังเกต การทดลองหรือจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยหาความถี่ เรียงลำดับ จัดประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยการนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพกราฟ หรือสมการ โดยคำนึงถึงความชัดเจน ความสมบูรณ์ ความถูกต้อง

1.7 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ( Inferring ) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิม เพื่อลงข้อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น

1.8 ทักษะการพยากรณ์ ( Predicting ) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นล่วงหน้า หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี ในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย

2. ทักษะกระบวนการขั้นผสม ( The integrated science process skills ) ได้แก่

2.1 ทักษะการตั้งสมมุติฐาน ( Formulating Hypothesis ) หมายถึง ความสามารถในการให้ข้อสรุปหรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในเรื่องนั้นๆ สมมุติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเนซึ่งอาจเป็นข้อสรุปของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้โดยตรง หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่เชื่อว่าจะเกิดขึ้น ข้อความของสมมุติฐานกำหนดขึ้นโดยการสังเกตประกอบกับความรู้ ประสบการณ์ กฎ หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

**2.2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ( Identifying and Operationally ) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดว่า อะไรเป็นตัวแปรและอะไรเป็นตัวแปรตามในปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษาความสามารถในการบ่งชี้ตัวแปรต่างๆ ที่อาจจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม หรือคุณสมบัติทางกายภาพหรือชีวภาพของระบบความสามารถที่จะสร้างวิธีทดสอบหาผลที่เกิดขึ้นจากตัวแปรได้ รวมทั้งความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหลาย ความสามารถเหล่านี้จะทำให้เราควบคุมปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นได้**

**2.3 ทักษะการแปลผลข้อมูล ( Intepreting data and Conclusion) หมายถึง ความสามารถในการบรรยายความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำและอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมาย ซึ่งจะนำไปสู่การระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา**

**2.4 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ( Defining Operationally ) หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สังเกตได้กับสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้ เพื่อให้มีความเข้าใจตรงกันในสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้ ซึ่งการระบุความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นสิ่งจำเป็นในการปฏิบัติการทดลองต่อไป**

**2.5 ทักษะการทดลอง** (Experimenting) **หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมุติฐานโดยการทดลอง ซึ่งเริ่มตันตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง**

**โอเตรี่ และ ฟิล** ( Okry and Fiel, 1973 ) **ได้สรุปประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับครูวิทยาศาสตร์ ไว้ 10 ประเภท คือ**

1. การกำหนดตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะบอกได้ว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น และอะไรเป็นตัวแปรตามหรือเป็นเหตุที่ก่อให้เกิดผลนั้น

2. การสร้างตารางจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการสร้างตารางข้อมูลจากการทดลอง จากข้อความ หรือจากกราฟได้

3. การเขียนกราฟ หมายถึง ความสามารถในการเขียนกราฟจากคำอธิบาย จากการทดลอง หรือจากตารางข้อมูล นิยมให้แกน X เป็นค่าตัวแปรอิสระ และแกน Y เป็นค่าของ Z ตัวแปรตาม

4. การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ หมายถึง ความสามารถที่จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

5. การรวบรวมและจัดกระทำข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองได้ และสามารถนำข้อมูลนั้นมาสร้างตารางข้อมูล เขียนกราฟ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้

6. การวิเคราะห์กระบวนการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการกำหนดชนิดของตัวแปร การควบคุมตัวแปรภายนอกสำหรับการทดลอง การบ่งชี้สมมุติฐานที่จะทดสอบได้เมื่อได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองนั้น

7. การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง ความสามารถที่จะตั้งสมมุติฐานได้เมื่อกำหนดปัญหามาให้ ก่อนตั้งสมมุติฐานต้องพิจารณาก่อนว่าอะไรเป็นตัวแปรในการทดลองนั้น อะไรเป็นตัวแปรของสิ่งแวดล้อมของการทดลองแล้วจัดเข้าหมวดหมู่ การตั้งสมมุติฐานแต่ละข้อต้องควบคุมตังแปรภายนอกให้หมด แล้วให้เหลือเพียงตัวแปรอิสระที่จะก่อให้เกิดผลนั้นเพียงตัวเดียว ฉะนั้น อาจกล่าวได้ว่า สมมุติฐาน หมายถึง การคาดคะเนที่จะปรากฏเมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ

8. การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการสร้างคำนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่างๆ การให้นิยามเชิงปฏิบัติการก็คือ การกำหนดลงไปว่าจะจัดตัวแปรอิสระและตัวแปรในการทดลองได้อย่างไร

9. การออกแบบการทดลอง หมายถึง ความสามารถที่จะออกแบบการทดลองได้เมื่อกำหนดสมมุติฐานให้ การออกแบบการทดลองประกอบด้วย การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอกและการเลือกวัดค่าต่างๆ ของตัวแปรอิสระ

10. การดำเนินการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการตั้งสมมุติฐาน ออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลสำหรับการพิสูจน์สมมุติฐานของปัญหาที่กำหนดมาให้

อำนาจ เจริญศิลป์ (2532 : 70-73) ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีอยู่หลายประการดังต่อไปนี้

1. ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น กาย สังเกต ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ได้อย่างละเอียดถูกต้องและรวดเร็ว และต้องสังเกตอย่างตรงไปตรงมา สังเกตอย่างไรก็รายงานไปอย่างนั้น ไม่เอาความรู้เดิมมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องด้วย

2. ทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือ หมายถึง ความสามารถในการเลือกเครื่องมือใช้ได้อย่างเหมาะสม ใช้เครื่องมือนั้นๆ ในการทำการทดลองได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการบันทึกผลการสังเกตและผลการทดลอง การบันทึกข้อมูลอย่างมีระบบ จะช่วยให้ได้หลักฐานสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

4. ทักษะในการจัดกระทำข้อมูล หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาข้อมูลต่างๆ มาจัดเสียใหม่ให้อยู่ในรูปที่มีความหมาย หรือความสัมพันธ์กันมากขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป การจัดทำ

กับข้อมูลในขั้นนี้อาจทำได้หลายแบบ เช่น นำข้อมูลเหล่านี้มาจัดจำแนก หรือจัดรูปเสียใหม่เป็นตาราง กราฟ แผนภูมิ เป็นต้น

5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหรือสรุปความจากข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมได้อย่างมีสมเหตุสมผล

6. ทักษะในการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดการณ์หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ อย่างมีเหตุผลและอาจพิสูจน์ได้โดยการทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีทดลองและทำเป็นการทดลองพิสูจน์สมมติฐาน หรือตอบปัญหาข้อข้องใจต่างๆ

8. ทักษะในการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณ หรือแปลความหมายของจำนวนต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง และระยะทาง เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนการสอนว่า ควรให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อมๆ กัน ดังนั้นหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว จึงเน้นในเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำหนดไว้ ประกอบด้วย (สสวท. 2531 : 1-7)

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกายเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือประสบการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของวัตถุ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุด้วยประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสมในการวัดด้วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัดแล้ว คือ

2.1 เลือกหน่วยกลางได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะใช้วัด

2.2 เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่จะใช้วัด

2.3 วัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภทแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับ หรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือจำแนกได้

3.3 ตั้งเกณฑ์ในการเรียงลำดับหรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งเรียงลำดับหรือจำแนกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริภูมิกับปริภูมิ และปริภูมิกับเวลา ปริภูมิของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่หรือกินที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วปริภูมิของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างปริภูมิของวัตถุหนึ่งกับปริภูมิของอีกวัตถุหนึ่ง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับเงาว่าเป็นซ้ายเป็นขวาของกันและกันอย่างไร

การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริภูมิของวัตถุกับเวลา ก็คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างปริภูมิของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา เช่น ความสูงของต้นไม้ที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นเวลา 10 วัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริภูมิกับปริภูมิ และปริภูมิกับเวลาแล้ว คือ

4.1 วาดรูป 2 มิติ จากรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 3 มิติ จากรูป 2 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่ตรงหน้ากระจกกับเงาในกระจกว่าเป็นซ้ายและขวาของกันและกันอย่างไร

4.5 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศทางใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.6 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

5. การคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี Phetchaburi Rajabhat University

สำนักวิทยบริการสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม



ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณแล้ว คือ บวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ยจากตัวเลขที่มีอยู่แล้วในข้อมูลได้

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจักกระทำข้อมูล คือ รูปแบบของการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

การสื่อความหมายข้อมูล คือ การนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนั้นมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายสของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการสื่อความหมายข้อมูลแล้ว คือ สามารถเขียนตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย และอื่น ๆ

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลแล้ว คือ อธิบายหรือสรุปเกินข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยตรง โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยอธิบาย

8. การพยากรณ์ คือ การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎหรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์แล้ว คือ

8.1 ใช้ข้อสรุปจากการทดลองที่ได้ทำมาแล้ว คาดคะเนคำตอบในเรื่องนั้นที่ยังไม่ได้ทำการทดลอง

8.2 ใช้ปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ หลักการ หรือทฤษฎี ที่ได้ทำการทดลองเป็นที่ยอมรับแล้ว คาดคะเนคำตอบอื่น ๆ ในเรื่องนั้นที่ยังไม่ได้ทดลอง

9. การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม ที่ยังไม่เป็นกฎ หลักการ และอื่น ๆ

ความสามารถทีแสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมุติฐานแล้ว คือ

9.1 สรุปคำถามล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม

9.2 บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

ป
607.12
ณ1130
ฉ.1
148045

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรหรือคำต่าง ๆ ให้สามารถทำการทดลองได้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรหรือคำต่าง ๆ ให้สามารถทำการทดลองได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามในสมมุติฐานหนึ่งๆ

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการศึกษา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและการควบคุมตัวแปรแล้ว คือ

11.1 ชี้บ่งตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

11.2 กำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง การทดสอบสมมุติฐาน ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลองการปฏิบัติการทดลอง การเลือกใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง การรวบรวมจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลองแล้ว คือ

12.1 ออกแบบการทดลอง โดยกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

12.1 เลือกเครื่องมือที่จะใช้ในการทดลองได้เหมาะสม

12.2 ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้

12.3 ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง

12.4 สังเกตผลการทดลอง โดยละเอียด โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า ไม่ลงความคิดเห็น

12.5 จัดกระทำกับข้อมูลที่สังเกตได้ และเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการเสนอข้อมูล

12.6 บรรยายลักษณะสมบัติและสรุปความถูกต้องของสมมุติฐานได้อย่างถูกต้องและสรุปความถูกต้องของสมมุติฐานได้

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะสมบัติของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป คือ

13.1 บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลหรือตัวแปรที่มีอยู่ ( ได้จากการทดลอง )

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่มีอยู่ ( ได้จากการทดลอง )

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี Phetchaburi Rajabhat University

**ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ (Science Attitude)**

นิดา สะเพียรชัย (2520 : 6) ได้กล่าวว่า ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดที่จะหาหลักฐานมาประกอบการพิจารณาคำกล่าวอ้างในการตัดสินใดๆ โดยมีหลักฐานสนับสนุนแน่นอน มีการใช้คำอธิบายที่มีเหตุผล และมีการใช้ตัวเลขประกอบยิ่งกว่าคำกล่าวที่เลื่อนลอยเปลี่ยนความคิดได้เมื่อมีข้อมูลที่มีเหตุผลและถูกต้องกว่า มีความบากบั่นในการทำงาน ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นมีความซื่อสัตย์ในการทำงาน ยอมรับข้อผิดพลาด และมีความรับผิดชอบในการทำงานของตนเอง

พรรณี ภวภูตานนท์ (2521 : 16) ได้กล่าวว่า ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความพร้อมของจิตใจที่จะตอบสนองต่อสิ่งต่างๆ ซึ่งผู้มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์นั้นมีลักษณะเป็นคนที่ชอบค้นคว้าหาหลักฐานความจริงรู้จักเหตุผลและเป็นผู้มีใจกว้าง หรือฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วย

สมหวัง พิริยานุวัฒน์ และจันทร์เพ็ญ เชื้อพาณิช (2524 : 6) ได้กล่าวว่า ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ เป็นภาระที่บุคคลมีเหตุผล ช่างสังเกต ชอบสงสัย แสวงหาเหตุผลของสิ่งต่างๆ และมีใจกว้าง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นตลอดจนลงข้อสรุปบนรากฐานของข้อมูลที่เชื่อถือได้

เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางด้านจิตใจที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งแสดงออกให้เห็นถึงกระบวนการใช้สติปัญญาหรือความคิดของนักวิทยาศาสตร์ในขณะปฏิบัติงาน (Munby. 1983 : 142)

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเชื่อ ความคิดและ ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ โดยพฤติกรรมที่แสดงออกมานั้นจะมีลักษณะใหญ่ๆ 2 ลักษณะ คือ

1. ค่านิยมเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาในลักษณะความพึงพอใจ ความชอบ อยากเรียน และอยากเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. ค่านิยมเชิงลบต่อวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาในลักษณะความไม่พึงพอใจ ไม่ชอบ ไม่อยากเรียน และไม่อยากเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

อำนาจ เจริญศิลป์ (2532 : 73) ได้จำแนกค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. มีความละเอียดถี่ถ้วน และมีความมานะบากบั่นในการสังเกตหรือการทดลอง
2. ไม่ตัดสินใจง่ายๆ โดยปราศจากข้อมูลสนับสนุนอย่างเพียงพอ
3. มีใจกว้างที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นธรรม โดยไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียว
4. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี
5. มีความอยากรู้อยากเห็น และกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้ให้กว้างขวางมากขึ้น
6. มีความซื่อสัตย์สุจริตทั้งในการคิด และการกระทำ

7. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ๆ ที่มีคุณค่าทางวิทยาการ

8. มีความรักและชื่นชมธรรมชาติ

9. มีเหตุผล

10. ยอมรับในข้อจำกัดของการแสวงหาความรู้

พิทักษ์ รักษ์พลเดช (2513 : 28) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์นั้น เรามุ่งที่จะให้นักเรียนได้รับค่านิยมที่ต้องการมากที่สุด คือให้เกิดค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ การที่จะให้นักเรียนเกิดค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ขึ้นนั้น มิใช่เรื่องที่จะทำได้ง่ายและได้ผลรวดเร็ว เราจะต้องใช้เวลานานผู้สอนจะต้องรู้จักเลือกให้นักเรียนได้กระทำกิจกรรม เพื่อฝึกหัดให้นักเรียนมีค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ขึ้น ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์มีประโยชน์มาก เพราะจะช่วยทำให้กิจกรรมต่างๆ ก้าวหน้าได้เสมอ บุคคลที่มีค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ (Heiss,I957 : 47) มีลักษณะดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็นในสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัว

2. เชื่อว่าผลต่างๆ จะเกิดขึ้นได้จากเหตุแห่งธรรมชาติ

3. มีใจกว้าง ยอมรับฟังความจริงใหม่ๆ

4. ใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล

5. ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่มีเหตุผล

6. ไม่ยอมรับข้อเท็จจริงที่ปราศจากการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้

7. พร้อมที่จะเปลี่ยนความเชื่อเมื่อพบหลักฐานใหม่มาสนับสนุน

8. ยอมรับนับถือในความคิดของผู้อื่น

9. รักษาความซื่อตรง มีความอดทน มีความยุติธรรม และละเอียดละออ

ฮานีย์ (Haney. 1969 : 198-204) ได้กำหนดลักษณะของค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. ค่านิยมที่ทำให้เกิดพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1.1 ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) หมายถึง ความพอใจที่จะเผชิญกับปัญหาใหม่ๆ เป็นคนที่มีลักษณะชอบซักชอบคิด และริเริ่มสิ่งใหม่

1.2 ความมีเหตุผล (Rationality) หมายถึง การใช้เหตุผลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติโดยไม่เชื่อสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่างๆ

1.3 มีความรอบคอบในการลงข้อสรุป หรือตัดสินใจ หรือความรอบคอบ (Suspended Judgment) หมายถึง การไม่รีบตัดสินใจหรือลงข้อสรุป โดยปราศจากข้อมูลสนับสนุนเพียงพอ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี Thepsatri Rajabhat University

2. ค่านิยมเกี่ยวกับการยอมรับความคิดเห็นใหม่ๆ ได้แก่

2.1 ความมีใจกว้าง (Open-Mindedness) หมายถึง ความเต็มใจที่เปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตน

2.2 การใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Cirtical Mindedness) หมายถึง ความพยามยามที่จะหาข้อมูลสนับสนุนหลักฐานอ้างอิงต่างๆ ก่อนที่จะยอมรับความคิดเห็นใดๆ รู้จักโต้แย้งและหลักฐานสนับสนุนความคิดเห็นตนเอง

2.3 มีความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง การเป็นปรนัยหรือความถูกต้องเที่ยงตรงในการรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และการตีความโดยไม่ใช่ความคิดเห็นส่วนตัวเข้าไปเกี่ยวข้อง

2.4 ความซื่อสัตย์ (Honesty) หมายถึง ความถูกต้องในการรายงานผลการศึกษาโดยปราศจากอคติ ความรู้สึกส่วนตัว หรือปราศจากอิทธิพลของสังคม เศรษฐกิจ และบ้านเมือง

3. ค่านิยมที่เกี่ยวกับโลกทัศน์ของแต่ละบุคคล ได้แก่ การยอมรับในข้อจำกัด (Humility) ซึ่งหมายถึง การยอมรับในข้อจำกัดของการแสวงหาความรู้ ความจริง ที่ค้นพบวันนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ในวันหน้า

วิคเตอร์ และซาคาริแอดส์ (Victor and Zakhariades. 1976 : 157-161) ได้สรุปคุณลักษณะสำคัญของบุคคลที่มีค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. มีเหตุผล
   1.1 เชื่อในคุณค่าของเหตุผล
   1.2 มีแนวโน้มที่จะทดสอบความเชื่อต่างๆ
   1.3 แสวงหาสาเหตุของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ
   1.4 ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ที่มีเหตุผล
   1.5 ท้าทายให้มีการพิสูจน์ตามข้อเท็จจริง
2. มีความอยากรู้อยากเห็น
   2.1 มีความต้องการที่จะเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่
   2.2 มีความต้องการที่จะถามว่า "ทำไม" และ "อย่างไร" ต่อปรากฏการณ์ต่างๆ
   2.3 มีความต้องการที่จะหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ
3. มีความใจกว้าง
   3.1 เต็มใจที่จะทบทวนหรือเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นและข้อสรุป
   3.2 มีความปรารถนาที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ๆ
   3.3 ยอมรับความคิดเห็นหรือวิธีการแปลกๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Phibulsongkram Rajabhat University

4. ไม่เชื่อโชคลางหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ คือ ไม่ยอมรับความเชื่อเกี่ยวกับโชคลาง หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่างๆ ที่อธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้

5. มีความซื่อสัตย์และใจเป็นกลาง

5.1 สังเกตและบันทึกผลต่างๆ ปราศจากความลำเอียงหรืออคติ

5.2 ไม่นำสภาพสังคมหรือเศรษฐกิจและการเมืองมาเกี่ยวกับการตีความหมาย

5.3 ไม่ยอมให้ความเชื่อหรือความไม่ชอบส่วนตัวมีอิทธิพลเหนือการตัดสินใจใดๆ ในทางวิทยาศาสตร์

6. พิจารณาอย่างรอบคอบก่อนการตัดสินใจ

6.1 ไม่เต็มใจที่จะสรุปก่อนที่จะมีหลักฐานเพียงพอ

6.2 ไม่เต็มใจที่จะยอมรับความจริงต่างๆ เมื่อไม่มีข้อสนับสนุนมาพิสูจน์ให้เห็นจริง

6.3 หลีกเลี่ยงการสรุปและการตัดสินใจอย่างรวดเร็ว

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และจันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2524 : 6) ได้เสนอคุณลักษณะของบุคคลที่มีค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ประการ คือ

1. มีเหตุผล ชอบแสวงหาสาเหตุของสิ่งต่างๆ
2. ชอบสงสัย ขอบตรวจตรา และประเมินกรรมวิธี กลวิธี และประสบการณ์ต่างๆ
3. ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของบุคคลอื่น
4. ช่างสังเกต
5. มีความคิดเห็นและลงข้อสรุปบนรากฐานของข้อมูลที่เชื่อถือได้และเพียงพอ
6. มีความอยากรู้อยากเห็น

กล่าวโดยสรุป กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการแก้ปัญหาเป็นไปอย่างมีเหตุผล มีลำดับขั้นตอน เพื่อศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดี มีดังนี้ การกำหนดขอบเขตของปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองและการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด วิธีการ หรือแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ หรือใช้ในการแก้ปัญหา ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดไว้ 13 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนก ประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัด กระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี Phetchaburi Rajabhat University

คิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2531)

3. ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเชื่อ ความคิด และความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ โดยต้องมีเหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็น ไม่เชื่อโชคลางหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ มีความซื่อสัตย์และใจเป็นกลาง พิจารณารอบคอบก่อนตัดสินใจ

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยตรงยังไม่ปรากฏว่ามีผู้ใดทำไว้ งานวิจัยส่วนใหญ่จะศึกษาเรื่อง ความรู้และความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือไม่ก็ศึกษาเฉพาะเรื่องไป เช่น กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสารและผลงานวิจัยต่างๆ ที่ใช้เป็นแนวทางในการวิจัย ดังนี้

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ**

วับดี เกษรบาลา (2524 : 36) ได้ศึกษาค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงที่เรียนวิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไปในกลุ่มวิทยาลัยครูภาคตะวันออก พบว่า นักศึกษาชั้นสูงที่เรียนวิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไปมีค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ทัศนีย์ ผงผ่าน (2525 : 55-57) ได้ศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์และเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ในด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากโรงเรียนที่มีความพร้อมทางด้านวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร สสวท. จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีการเปลี่ยนแปลงผลการเรียนรู้ในด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางไม่มีการเปลี่ยนแปลงผลการเรียนรู้ในด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จะมีการเปลี่ยนแปลงผลการเรียนรู้ในด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ภารดี ธนูเทพ (2525 : 90 – 93) ได้ศึกษาเรื่อง การสร้างสมการทำนายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. สมการทำนายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากคะแนนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ

$$Y' = 2.68X - 33.67$$

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.707

เสงี่ยม วิไลนุวัฒน์ (2527 : 71-73) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่า เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กนกศักดิ์ ทองตั้ง (2529 : 32 – 33) ได้ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตัวอย่างประชากรที่ใช้ได้แก่ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 1,699 คน ผลการวิจัยพบว่า โดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนได้คะแนนความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 180.628 จากคะแนนเต็ม 240 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.262 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเข้าใจลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 0.5765 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

บรรทม เครือวัลย์ ( 2529 : 61 – 66 ) ได้ศึกษาเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ในปีการศึกษา 2529 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 1,668 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำแนกตามเพศ ระดับชั้นเรียน และสถานที่ตั้งของ โรงเรียนมีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ส่วนการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างระดับชั้นเรียน และจำแนกตามเพศ แตกกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วนาภรณ์ สิ่มศิลา (2529 : 51 – 58) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตกรุงเทพฯ กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 808 คน ซึ่งกำลังอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ ในเขตกรุงเทพฯ จำนวน 24 โรงเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดความเข้าใจลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของ Peter A. Rubba and Hans O. Anderden ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม ด้านพัฒนาการของความรู้ ด้านการใช้ข้อความกะทัดรัดโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ด้านการตรวจสอบ ด้านสหวิชา อยู่ในระดับมาก โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

วารีรัตน์ ชนกนำชัย ( 2531 : ข – ค ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับสมรรถภาพทางพุทธิพิสัยตามแนวของบลูม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 545 nu ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางพุทธิพิสัยตามแนวของบลูมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่แตกต่างกันมีสมรรถภาพทางพุทธิพิสัย ตามแนวของบลูมในแต่ละด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

หน่วยศึกษานิเทศก์กรมสามัญศึกษา (2533 : 15 – 16 ) ได้ศึกษาเรื่อง การประเมินผลการใช้หลักสูตรการเรียนการสอน w.ff.2533 สาขาวิทยาศาสตร์ wuii วัสดุ อุปกรณ์และห้องปฏิบัติการ ที่มีความเหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญ ที่ส่งผลกระทบต่อการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วรวิทย์ ตันฑนะเทวินทร์ (2534 : 82) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในวิทยาลัยเทคนิค วิทยาลัยอาชีวศึกษาและวิทยาลัยเกษตรกรรม ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ wuii ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 2,621 nu ซึ่งได้มาจากการสุ่มหลายขั้นตอนแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เลือกเรียนประเภทวิชาต่างกัน และประสบการณ์ในการเรียน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประพิณ บัวคำปัน ( 2535 : 72 – 79 ) ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดกรมสามัญศึกษา และสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 5,708 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำแนกตามเพศ และโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาและสปช. มีความคิดเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมบูรณ์ เสียงวัฒนะ (2535 : 41 – 42) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิทยาลัยครู หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 226 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาวิทยาลัยครู หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ปีที่ 3 ปีการศึกษา 2534 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง คือ ร้อยละ 48.22 นักศึกษาชายและหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และนักศึกษา

วิทยาลัยครูที่มีระดับผลการเรียนเฉลี่ย และสหวิทยาลัยแตกต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุดม สมบูรณ์เรศ ( 2536 : 90 – 98 ) ได้ศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาในวิทยาลัยเกษตรกรรม วิทยาลัยอาชีวศึกษาและวิทยาลัยเทคนิค กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 1,697 nu ซึ่งได้มาโดยการสุ่มหลายขั้นตอนแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของ บุปผชาติ เรืองสุวรรณ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาโดยส่วนรวมและจำแนกตามประสบการณ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และประเภทวิชาเรียน มีเจตคติเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์โดยส่วนร่วมและรายด้านอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนประสบการณ์ในการเรียน และนักศึกษาที่เรียนแต่ละสาขามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .05

อรพิน อุนอารี ( 2536 : ง – จ ) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านลงความคิดเห็นจากข้อมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพิจิตร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 1,011 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น โดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 30 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านลงความคิดเห็นจากข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพิจิตร มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านลงความคิดเห็นจากข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง คือร้อยละ 56.60 ส่วนนักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านลงความคิดเห็นจากข้อมูลไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาถึงขนาดของโรงเรียนมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูลสูงกว่านักเรียนในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดเล็ก

สนธยา รามัญอุดม ( 2537 : 183 - 184 ) ได้ศึกษา การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการประชาสัมพันธ์กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการประชาสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่านิยมทางวิทยาศาสตร์โดยส่วนร่วม เป็นรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วนกระบวนการประชาสัมพันธ์ สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู และการสอนด้วยกระบวนการประชาสัมพันธ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัชนี สุลักษณานนท์ ( 2537 : ง – จ ) ได้ศึกษา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพิจิตร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 431 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่ม

แบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพิจิตร มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อยู่ในระดับปานกลาง คือร้อยละ 59.53 ส่วนเพศนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนขนาดของโรงเรียน โรงเรียนในเขตเมืองและนอกเขตเมือง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และอาชีพของผู้ปกครอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อารีย์ สงวนวงษ์ (2537 : *o* – ฉ) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาประจำจังหวัด กรมสามัญศึกษา ของเขตการศึกษา 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 1,502 nu ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาประจำจังหวัด ของเขตการศึกษา 6 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อยู่ในระดับค่อนข้างสูง คือร้อยละ 63.47 เมื่อเปรียบเทียบ โดยจำแนกตามเพศ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และอาชีพของผู้ปกครอง ของแต่ละ โรงเรียน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมปอง จินทราวุธ (2538 : ง – ช) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นผสมในวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาจังหวัดพิษณุโลก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 1,011 nu ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นตามขนาดของโรงเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมในวิชาชีว ลิw n ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาของจังหวัดพิษณุโลก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมในวิชาชีววิทยาอยู่ในระดับปานกลาง คือร้อยละ 51.66 ส่วนนักเรียนชายและนักเรียนหญิงและขนาดของโรงเรียน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมในวิชาชีววิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากต่างประเทศ**

เดียร์ดีน (Deardean, 1959 : 2097) ได้ทำการทดลองและประเมินผลการสอนวิชาชีววิทยาทั่วไป 1 กับนิสิตชั้นปีที่ 2 ของมหาวิทยาลัยมินเนโซดา ในด้านทัศนคติทางชีววิทยาความรู้ทางชีววิทยา และความคิดหาเหตุผลตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จากผลการศึกษาพบว่านิสิตที่สอนโดยให้ทำการทดลองและปฏิบัติการด้วยตนเองนั้น จะมีค่านิยมทางชีววิทยาดีกว่านิสิตที่เรียนจากการที่ครูสาธิตให้ดูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แกรรี (กรมวิชาการ, 2510 : 27) ได้รายงานผลการวิจัยเกี่ยวกับการอบรมครูด้านระเบียบวิธีสอนวิทยาศาสตร์และกิจกรรมของนักเรียนที่มีผลต่อการเรียนของนักเรียน ความสนใจค่านิยม และความสามารถในการคิดหาเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยทางโทรทัศน์ จากการศึกษาพบว่า

1. ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างนักเรียน 2 หมู่ เกียวกับความสามารถในการคิดหาเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์

2. ทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์จะไม่เปลี่ยนแปลงโดยทันที

รัสเซล แอล คาเรย์ และนีลส์ จี สเตาส์ (Russell L.Carey and Nyles G.Stauss 1968 : 358 – 363) ได้ศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์ความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่เป็นครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา wuii นักศึกษาจำนวน 12 nu มีมโนทัศน์เกี่ยวกับลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าวิทยาศาสตร์ คือ ความพยายามของมนุษย์และมีนักศึกษาจำนวน 10 nu มีความเห็นว่าวิทยาศาสตร์ คือ วิธีเสาะแสวงหาความรู้ และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างความเข้าใจลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับระดับคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาสาขาชีววิทยา และวิทยาศาสตร์กายภาพมีค่าเท่ากับ 0.427 และ 0.251 ตามลำดับ

เคนเนธ เอฟ เจอร์กินส์ (Kenneth F.Jerkins 1969 : 399 – 401) ได้ศึกษาเรื่อง การวัดความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น wuii โดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนระดับ 7,8,9 ได้คะแนนความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ตามลำดับต่อไปนี้ คือ 18.5 , 20 , 22 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 4.9 – 2.9 ค่าความเชื่อมันของแบบวัดคือ 0.78

วาเนค และมอร์เทน ( Vanex and Montean. 1974 ) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ 3 โดยใช้วิธีสอนแตกต่างกันพบว่า เพศชายและเพศหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน โดยเพศหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเพศชาย

ควิน และ จอร์จ ( Quin and George. 1975 ) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการตั้งสมมุติฐานสำหรับนักเรียนระดับ 6 wuii ความสามารถในการตั้งสมมุติฐานมีความสัมพันธ์กับเกรดเฉลี่ย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กิบส์ ( Gibbs. 1968 ) นอกจากนี้กอสไบ ( Gosbi. 1982 ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นผสมกับพัฒนาทางสติปัญญาและตัวแปรอื่นๆ wuii เกรดเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมอย่างมีนัยสำคัญ

เพททัส และฮาร์เลย์ ( Pettus and Haley. 1980 ) ได้ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกันระดับการปฏิบัติด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ 9 ถึง 12 พบว่า เพศ อายุ ระดับชั้น ส่งผลต่อการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ฮอฟสไตน์, เบนไว และเวลซ์ (Hofstien, Ben-Zvi and Welch. 1981 : 229-235) ได้ศึกษาค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ด้านความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนเกรด 10 ที่เรียนอยู่ในโรงเรียนชานเมือง และ โรงเรียนในเมือง ในอิสราเอล พบว่า นักเรียนชายมีความอยากรู้อยากเห็นสูงกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มาร์กาเร็ต เอ วอเตอร์แมน (Margaret A. Waterman 1983 : 9 – 10) ได้ศึกษาเรื่อง ความเชื่อของนักศึกษาสาขาชีววิทยาในระดับอุดมศึกษาเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่เชื่อว่าการสังเกตและการทดลองในเรื่องใดก็ตามสามารถกระทำได้โดยไม่จำเป็น ต้องมีความรู้ในเรื่องนั้นอยู่ก่อน แต่บางส่วนกลับเชื่อว่าการมีความรู้ในเรื่องนั้นอยู่ก่อนเป็นสิ่งจำเป็นในการสังเกตการทดลอง เมื่อนักศึกษาตอบแบบสอบถามซ้ำอีกครั้ง ความคิดเห็นของนักศึกษาจะเปลี่ยนแปลงจากเดิมโดยใช้การทดสอบค่า t-test ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์ทางบวกระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการเปลี่ยนมโนทัศน์

โรเจอร์ จี ไอล์สตัด (Roger G. Olstad 1996 : 9 – 11) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของวิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจวิทยาศาสตร์ พบว่า นักศึกษามีความรู้ทางวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ค่อนข้างสูงมาก และคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจลักษณะของวิทยาศาสตร์ซึ่งทดสอบก่อนและหลังการเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยหลังการเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน และพบว่าคะแนนความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์กับคะแนนความเข้าใจลักษณะของวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษาและหลังการเรียนวิชานี้ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.59 และ 0.65 ตามลำดับ

จากเอกสารการวิจัยต่างๆ ในด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พอจะสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ คือ ความพยายามของมนุษย์เพื่อเสาะแสวงหาความรู้

2. ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นักศึกษา มีความสัมพันธ์กับความเข้าใจด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือหรือวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. ส่วนที่เกี่ยวกับครูสอนวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่า เมื่อครูได้รับการอบรมเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ จะทำให้ครูมีกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

**กรอบแนวความคิดในการวิจัย**

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบทฤษฎี และหลักการ หรือแนวโน้ม ว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์หรือเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งทั้ง 3 ด้านมีความสำคัญและเป็นแนวทางนำไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ ซึ่งแต่ละด้านมีความหมายที่แตกต่างกัน ขาดด้านใดด้านหนึ่งไม่ได้ ส่วนเพศและสถานศึกษาเป็นปัจจัยที่ทำให้ความเข้าใจด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ทำให้ผู้วิจัยศึกษาตัวแปรต้น และตัวแปรตาม ดังที่เสนอเป็นแผนภาพ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

## กรอบแนวความคิดในการวิจัย