

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การนำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยนำเสนอหัวข้อสำคัญต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.1 แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ

1.2 การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.3 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.4 ความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

1.5 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.1 แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ

1.1.1 ความหมายของคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism)

แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ยังไม่ปรากฏว่ามีการกำหนดใช้คำศัพท์ภาษาไทยอย่างเป็นทางการ มีเพียง ธงชัย ชิวปรีชา (2537 : 3) ที่ได้เรียกแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ว่าทฤษฎีสร้างเสริมต่อ ชัยอนันต์ สมุทวณิช (2540 : 9) เรียกว่า วิชาคุณกรรมนิยม และสุนทร สุนันท์ชัย (2540 : 25) เรียกว่า นิรมิตนิยม ซึ่งแปลว่า สร้าง แปลง ทำ ตรงกับคำว่า Construct ซึ่งเป็นคำกริยาแปลว่า to build , to devise ตามคำแปลใน New World Dictionary หมายถึง ทฤษฎีที่เน้นความสำคัญของผู้เรียนในฐานะเป็นการสร้างความรู้ วารินทร์ รัตมีพรหม (2542 : 180) ให้ความหมายของคำว่าคอนสตรัคติวิสต์ว่าเป็นทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเอง

วอน กราเซอร์ฟีล (Von Glasersfeld, 1989 : 1) กล่าวถึง คอนสตรัคติวิสต์ว่าเป็นทฤษฎีของความรู้ที่มีรากฐานมาจากปรัชญา จิตวิทยา และการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการสื่อความหมาย การควบคุมกระบวนการสื่อความหมายในตัวบุคคล ทฤษฎีของความรู้นี้อ้างถึงหลักการ 2 ข้อ คือ

1. ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างขึ้นโดยบุคคลที่มีความรู้ ความเข้าใจ

2. หน้าที่ของการรับรู้ คือ การปรับตัว และการประมวลประสบการณ์ทั้งหมด แต่ไม่ใช่เพื่อการค้นพบสิ่งที่เป็นจริง แต่เป็นการเอาหลักการทั้งสองนี้ไปใช้จนมีผลเกิดขึ้นตามมา

ฟอสโนต (Fosnot, 1996 : 6) กล่าวถึงคอนสตรัคติวิสต์ว่า เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ และการเรียนรู้เป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางปรัชญา จิตวิทยา และมานุษยวิทยา ว่าความรู้ คือ อะไรและได้ความรู้มาอย่างไร ทฤษฎีนี้จึงอธิบายความรู้ว่าเป็นสิ่งชั่วคราวมีการพัฒนาไม่เป็นปรนัย และถูกสร้างขึ้นภายในตัวบุคคล โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีนี้เป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง ในการต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นกับความรู้เดิม ที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิมเป็นการสร้างตัวตนใหม่ และสร้างโมเดลของความจริง โดยผู้สร้างความหมายด้วยเครื่องมือทางวัฒนธรรม และเป็นการประนีประนอมความหมายที่สร้างขึ้นโดยผ่านกิจกรรมทางสังคม ผ่านการร่วมมือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540) กล่าวถึง คอนสตรัคติวิสต์ ว่าเป็นทฤษฎีของความรู้ที่ใช้อธิบายว่า บุคคลสร้างความรู้ได้อย่างไร และอะไรบ้าง คอนสตรัคติวิสต์จึงเป็นวิธีการคิดเกี่ยวกับเรื่องของความรู้ และการเรียนรู้

จากความหมายคอนสตรัคติวิสต์ ฟอสนูปได้ว่า การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง ความรู้เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ผู้เรียนเสริมสร้างความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง

1.1.2 รากฐานทางปรัชญา

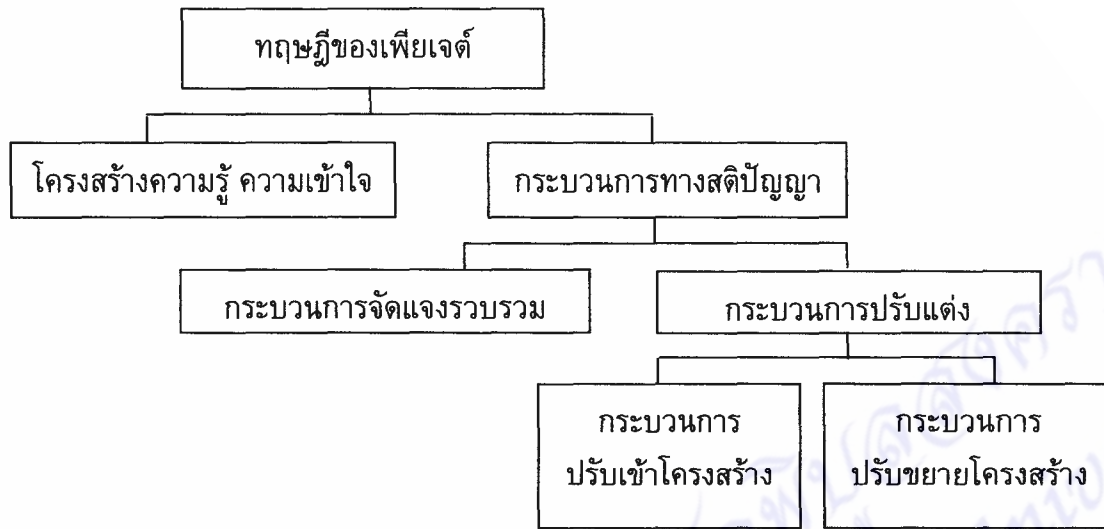
ดริสคอล (Driscoll, 1994 : 359) อธิบายแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ว่า ความรู้เป็นผลของความพยายามทางปัญญาของมนุษย์ ในการจัดการกับโลกประสบการณ์ของตนด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ที่ว่า ประสบการณ์และข้อเท็จจริงที่ได้รับโดยใช้ประสาทสัมผัส แต่ไม่ถือเอา ประสาทสัมผัสเพียงอย่างเดียวเป็นบ่อเกิดของความรู้ และไม่ใช่ประสบการณ์จะเป็นความรู้ ความรู้เกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการไตร่ตรอง เกี่ยวกับประสบการณ์นั้น จอห์น ดิวอี้ ยังได้แบ่งประสบการณ์ออกเป็น 2 ประเภท คือ ประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้คิด (Non-Cognitive Experience) ประสบการณ์รู้คิด (Cognitive Experience) ประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้คิด เป็นกระบวนการของการกระทำ การประสบความเปลี่ยนแปลงบุคคลและสิ่งแวดล้อม โดยที่ยังมิได้มีการไตร่ตรอง มักเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของบุคคล จากการมีความสัมพันธ์กับสิ่งต่างๆ อย่างไม่มีความหมาย และกลายเป็นความเคยชินที่บุคคลได้ตระหนักรับรู้กับสิ่งเหล่านั้น ครั้นเมื่อกระบวนการไตร่ตรอง เริ่มขึ้นประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้คิดเหล่านั้น ซึ่งผ่าน

กระบวนการไตร่ตรอง แล้วจะกลายเป็นประสบการณ์รู้คิดมีความหมายขึ้น ผู้ไตร่ตรองจึงเริ่มรู้ และเข้าใจ (ไพจิตร สะดวกการ, 2539 : 18 - 19)

นอกจากนี้แนวคิดของนักการศึกษาในปรัชญาพัฒนนิยม (Progressivism) ยังเชื่อว่าการศึกษาคือพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา โดยจัดให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสนใจ ความถนัด และคุณลักษณะของผู้เรียน การสร้างความรู้ควรเกี่ยวข้องกับสภาพสังคม และชีวิตประจำวันของผู้เรียนให้มากที่สุด บทบาทครูปรัชญาเรื่องนี้คือ เตรียม แนะนำ และให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เข้าใจ และเห็นจริงได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี เมื่อได้รับประสบการณ์ตรงจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและจากการทำงานร่วมกันระหว่างผู้เรียน มีผลให้การเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จึงเป็นที่สนใจอย่างแพร่หลาย

1.1.3 รากฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้

เพียเจต์ (Piaget) มีความเห็นว่าคนเราเรียนรู้โดยกระบวนการของการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ซึ่งหมายถึง การทำให้เกิดสภาวะสมดุลระหว่างอินทรีย์กับสิ่งแวดล้อมด้วยกระบวนการสู่สภาวะสมดุล ซึ่งประกอบด้วยกลไกพื้นฐานสองอย่างคือ การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้าง และการปรับโครงสร้าง (Sutherland, 1992 : 89) การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างเป็นการรับเอาข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเข้ามารวมไว้ในโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ ดังนั้นในกรณีที่บุคคลประสบปัญหาที่ต้องการแก้การดูดซึมเข้าโครงสร้าง ก็คือ ความสามารถในการตีความปัญหา หรือจัดปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถแก้ไขได้ด้วยประสบการณ์ที่มีอยู่มาอธิบายหรือการแก้ปัญหา ส่วนการปรับโครงสร้าง คือการหาวิธีการใหม่มาตีความหรืออธิบายเพื่อแก้ปัญหา เมื่อประสบการณ์ที่มีอยู่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้และเมื่อแก้ปัญหาได้จึงเกิดสภาวะสมดุล ผู้เรียนสร้าง และปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาจากประสบการณ์ของผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา (กุลชี คำชาย, 2540 : 33 อ้างจาก Clifford, 1981 : 59) โดยแสดงความคิดรวบยอดในทฤษฎี ความรู้ ความเข้าใจของ เพียเจต์ ดังแผนภูมิ 1



แผนภูมิ 1 แสดงความคิดรวบยอดในทฤษฎีความรู้ ความเข้าใจของ เพียเจต์ (Piaget)

เพียเจต์เป็นผู้บุกเบิกคนสำคัญคนหนึ่ง ของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดย แนวคิดของเพียเจต์ถือเป็นรากฐานหลักของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ว่าผู้เรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์ของผู้เรียนเอง และกระบวนการในการสร้างความรู้ เป็นการกระทำของผู้เรียนเองทั้งหมด

วิกิออตสกี (Vygotsky) ให้ความสำคัญของในวิธีการ คอนสตรัคติวิสต์ทางสังคม (Social Constructivism) ที่ว่าการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับความจริงของโลกในสภาวะต่างๆ ได้

แนวคิดของวิกิออตสกีและเพียเจต์มีความคล้ายคลึงกัน กล่าวคือทั้ง 2 คน เน้นให้ความสำคัญของการตื่นตัวในการเรียนรู้ของผู้เรียน และเน้นกระบวนการของการเรียนรู้มากกว่าผลที่ได้ ทั้งวิกิออตสกีและเพียเจต์ เน้นความสำคัญของการมีปฏิสัมพันธ์ในลักษณะของความเท่าเทียมกัน (Peer) ประสบการณ์ของการเรียนรู้ ในโลกแห่งความเป็นจริง เป็นประสบการณ์สำหรับผู้เรียน และเป็นความต้องการสำหรับให้ครูใช้เป็นเหตุผล ในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน (McInerney and McInerney, 1994 : 109)

ออสซูเบล (Ausubel) มีความเห็นว่าโครงสร้างส่วนบุคคลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการศึกษา สิ่งที่สำคัญที่สุดของครูต้องรู้ในจุดเริ่มแรกของจิตวิทยาในการสอนคือ สิ่งที่ต้องเรียนรู้ เพื่อที่ครูจะได้วางแผนการสอนโดยใช้ความรู้เดิมและกลวิธีการเรียนรู้เดิมของผู้เรียนเป็นจุดเริ่มต้นทรงสนะนี้เป็นที่ยอมรับของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เป็นอย่างดี

สรุปว่า แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ยอมรับการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อมว่า มีผลต่อการสร้างความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียนตลอดเวลา

1.1.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

สกต.(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540 : 130 - 132) ได้ให้แนวคิดที่ว่าแนวคิดนี้ มาจากรากฐานทางปรัชญาคอนสตรัคติวิสต์ ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็น กับความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์อธิบายความไว้ว่า การเรียนรู้ของบุคคลแต่ละคน พยายามที่จะนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่พบเห็น มาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) หรือที่เรียกว่า Schema โครงสร้างทางปัญญานี้ ประกอบด้วย ความหมายหรือความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่มีประสบการณ์ อาจเป็น ความเชื่อ ความเข้าใจคำอธิบายความรู้ของบุคคล นั้น

องค์ประกอบแรก ของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ คือ ผู้เรียนสร้างความหมายโดยใช้ กระบวนการทางปัญญาของผู้เรียน หากความหมายเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ไม่สามารถถ่ายทอดจากครูไปสู่ผู้เรียนได้แต่ถูกสร้างขึ้นในสมองของผู้เรียนจากความสัมพันธ์ระหว่างประสาทสัมผัส ของผู้เรียนกับโลกภายนอก ผู้เรียนใช้ความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมในการคาดคะเนหรือทำนายเหตุการณ์

องค์ประกอบที่ 2 ของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ คือ โครงสร้างทางปัญญา เป็นผลของความพยายามทางความคิด จัดเป็นกระบวนการทางจิตวิทยา หากการใช้ความรู้เดิมของผู้เรียน ทำนายเหตุการณ์ได้ถูกต้อง ทำให้โครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนคงเดิมและมั่นคงมากยิ่งขึ้น แต่ถ้าการคาดคะเนไม่ถูกต้อง ผู้เรียนจะประหลาดใจ สงสัย และคับข้องใจ หรือที่เพียเจต์ กล่าวว่า เกิดสภาวะไม่สมดุล

องค์ประกอบที่ 3 ทฤษฎีการเรียนรู้ ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ คือ โครงสร้างทางปัญญา เปลี่ยนแปลงได้ยาก

ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน การเชื่อมโยงระหว่างโลกภายนอก และโลกภายใน ของผู้เรียนเกิดขึ้นผ่านประสาทสัมผัส และกลไกทางประสาท สรีระวิทยา ชีวะเคมี การไหลของข้อมูลจากการสัมผัสไปสู่โครงสร้างทางปัญญาเรียกว่า กระบวนการดูดซึม หากความคาดหวังของผู้เรียนไม่สอดคล้องกับประสบการณ์ จากการสังเกตจะเกิดสภาวะไม่สมดุล สภาวะไม่สมดุลทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา เรียกว่า กระบวนการปรับให้เหมาะสมแล้วทำให้การคาดคะเน สอดคล้องกับประสบการณ์ตรงมากขึ้น จัดเป็นการเรียนรู้ อย่างมีความหมาย ผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้าง ทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยปรับสภาพการณ์ทำให้เกิดสภาวะไม่สมดุลขึ้น คือ สภาวะที่โครงสร้างทางปัญญาเดิมใช้ไม่ได้ ต้องมีการปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับประสบการณ์มากขึ้น ผู้เรียนจะสร้างแนวคิดหลักตลอดเวลา โดยไม่จำเป็นต้องมีการสอนภายในห้องเรียน

เท่านั้น แต่จะได้จากสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ นอกจากนี้การเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เกิดขึ้นได้ตามเงื่อนไขต่อไปนี้

1. การเรียนรู้ผู้เรียนเป็นผู้กระทำ ความรู้เกิดขึ้นเฉพาะตัวบุคคล การสอนโดยวิธีการบอกเล่าไม่ช่วยให้เกิดการพัฒนาแนวคิดมากนัก แต่การบอกเล่าก็จัดเป็นวิธีให้ข้อมูลทางหนึ่งได้

2. ความรู้ต่างๆถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเองโดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้ที่มีอยู่แล้วจากแหล่งต่างๆเช่นจากสภาพสังคมสิ่งแวดล้อมรวมทั้งประสบการณ์เดิมมาเป็นเกณฑ์ช่วยการตัดสินใจ

3. ความรู้ และความเชื่อของคนแต่ละคนแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมชนบทรอบประเพณี และสิ่งที่ผู้เรียนได้พบเห็น และถูกนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจ และใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแนวคิดใหม่

4. ความเข้าใจจะแตกต่างจากความเชื่อโดยสิ้นเชิง และความเชื่อมีผลโดยตรงต่อการสร้างแนวคิดหรือการเรียนรู้

เสาวณี เกรียร์ (2539 : 76) ได้กล่าวถึง คอนสตรัคติวิสต์ว่า เป็นปรัชญาการเรียนและการสอนสำหรับคนในโลกแห่งยุคโลกาภิวัตน์ ดังนี้

แก่นของปรัชญา คอนสตรัคติวิสต์ ได้แก่

1. การรับรู้ ความรู้ ทำได้ไม่เต็มที่ด้วยการนั่งฟังหรืออยู่เฉยๆ
2. ความรู้ ไม่ใช่สิ่งที่ถูกค้นพบ แต่ต้องถูกสร้างขึ้นโดยประสบการณ์

วรรณจรรย์ มั่งสิงห์ (2539 : 4) กล่าวถึง ปรัชญาคอนสตรัคติวิสต์ในการอธิบายเชิงญาณวิทยาเกี่ยวกับการเรียนรู้ และการได้มาของความรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เสนอหลักการที่แตกต่างจากทฤษฎีอื่นๆ ดังนี้

1. ความรู้และความเชื่อเกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน นักจิตวิทยาการเรียนรู้กลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ไม่ได้มองว่าผู้เรียนเป็นผู้ที่ไม่มีความรู้หรือความคิดเห็นทางทฤษฎีเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนมาก่อน แต่เชื่อว่าผู้เรียนนำประสบการณ์ และความเข้าใจมาในห้องเรียนด้วย เพื่อพบข้อสนเทศใหม่ ผู้เรียนนำสิ่งที่รู้มาดูตีมข้อสนเทศ นั้น หรือปรับเปลี่ยนสิ่งที่ผู้เรียนรู้ให้สอดคล้องกับความเข้าใจใหม่ ที่ผู้เรียนได้รับกระบวนการที่ได้มา ซึ่งการรู้นี้เป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ทั้งสิ้น

2. ผู้เรียนเป็นผู้ให้ความหมายแก่ประสบการณ์โดยปกติครูเป็นผู้อธิบายความหมายให้กับผู้เรียนเช่น บทประพันธ์นี้มีความหมายว่าอย่างไร เหตุการณ์อะไรที่สำคัญในประวัติศาสตร์ ภาพเขียนนี้สื่อความหมายอะไร เป็นต้น ผู้เรียนแปลความหมาย หรือตีความ ถ้อยคำ หรือข้อความ ที่ได้รับให้เป็นความเข้าใจโดยใช้ค่านิยม และความเชื่อที่ผู้เรียนมีอยู่ อาจขัดแย้งกับหลักการที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้จากห้องเรียน ความคิดความเข้าใจดังกล่าวเป็นสิ่งที่

ปรับเปลี่ยนได้ยาก และเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน การสอนที่มีประสิทธิภาพต้องคำนึงถึงเรื่องนี้ด้วย

3. กิจกรรมการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียน เข้าถึงประสบการณ์ความรู้ และความเชื่อของผู้เรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้สิ่งที่ผู้เรียนมาแปลความหมาย ข้อเสนอแนะใหม่ และสร้างความรู้ใหม่ หน้าที่ของครู คือค้นหาประสบการณ์ และความเข้าใจที่มีมาก่อนของผู้เรียน และใช้สิ่งที่ผู้เรียนรู้เป็นจุดเริ่มต้นของการสอน

4. การเรียนรู้เป็นกิจกรรมทางสังคมซึ่งเกิดขึ้นโดยการสืบเสาะร่วมกัน ผู้เรียนเรียนรู้ได้เข้าใจลึกซึ้งยิ่งขึ้น เมื่อผู้เรียนสามารถเสนอ และแลกเปลี่ยนความคิดร่วมกันกับผู้อื่น พินิจ พิจารณาความเห็นของผู้อื่น และขยายทัศนะของตนให้กว้างขวางขึ้น

เจ็ดศักดิ์ ชุมนุม (2540 : 10) ได้กล่าวถึง การสร้างความรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ เป็นความรู้ที่มนุษย์สร้างขึ้นมามีความหมายเฉพาะตัวของบุคคลนั้นๆ คนสร้างความรู้ได้เอง โดยนำข้อมูลมาจากภายนอกมาผสมผสานกับสิ่งที่รู้อยู่แล้ว แต่เดิมสร้างเป็นความรู้ให้มีความหมายใหม่ขึ้น พัฒนาการทางสติปัญญาไม่ได้ต่อเนื่องเมื่อมีการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมใน 2 ลักษณะ คือ การผสมผสานหรือการซึมซับ

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540 : 20 - 21) ได้สรุปแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ไว้ดังนี้

1. บุคคลทุกคนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว และแสวงหาเพื่อที่จะอธิบายสิ่งแวดล้อมต่างๆ เหล่านี้
 2. ในการหาคำอธิบายบุคคลทุกคนได้สร้างโมเดล หรือตัวแทนวัตถุปรากฏการณ์และเหตุการณ์ที่ได้พบในสมองของแต่ละบุคคล
 3. โมเดลที่สร้างขึ้นนี้อาจแปลกและแตกต่างจากโมเดลของผู้เชี่ยวชาญ
 4. บุคคลทุกคนสร้างความหมาย ให้กับสิ่งที่ได้รับรู้ ซึ่งความหมายที่สร้างขึ้นนี้อาจได้รับคำแนะนำจากบุคคลอื่นๆ รอบตัว
 5. การสร้างความหมายนี้เกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้
 6. ผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง ครูเป็นแต่เพียงผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น
 7. ผู้เรียนสร้างความหมายโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2540 : 12) อธิบายการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ว่า เป็นความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาการของผู้เรียนเพื่อแสดงให้เห็นว่ามีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเองแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

เป็นที่ยอมรับว่าการพัฒนาในเรื่องของความรู้ และความสามารถต่างๆ ของผู้เรียนเกิดขึ้นมาแล้ว ตั้งแต่ผู้เรียนยังไม่ได้เข้าสู่ระบบโรงเรียน การพัฒนาแนวคิดหลักของผู้เรียน อาจแบ่งได้ เป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การเปลี่ยนแปลง เป็นการพัฒนาแนวความคิดหลัก ที่มีการเปลี่ยนความเชื่อจากเดิมไปสู่แนวคิดใหม่ ที่แตกต่างไปจากเดิมอย่างสิ้นเชิง เช่น ในสมัยโบราณมีแนวคิดที่ว่าโลกแบนและต่อมาได้มีการศึกษาแล้วว่าโลกกลม แนวคิดเกี่ยวกับโลกก็เปลี่ยนไปอย่างสิ้นเชิง

2. การเพิ่มเติม แนวความคิดที่เกิดขึ้นเพิ่มเติม เข้าไปกับแนวคิดเดิม ที่มีอยู่แล้ว ส่วนใหญ่เป็นแนวคิดที่มีลักษณะเดียวกัน เช่น ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับสัตว์ ว่าเคลื่อนไหวได้ กินอาหารและขับถ่ายได้ ขยายพันธุ์ได้ เมื่อผู้เรียนได้พบกับสัตว์อีกชนิดหนึ่งมีขน มีสองขา มีปากแหลม ขนได้และมีผู้ให้ความรู้เกี่ยวกับสัตว์ชนิดนี้ คือ ไก่ ผู้เรียนก็เกิดแนวคิดหลักเพิ่มเติมว่า ไก่ก็จัดเป็นสัตว์ชนิดหนึ่ง

3. การปรับแต่ง เป็นลักษณะที่เกิดขึ้นจากการปรับแนวคิดเดิมเพียงเล็กน้อยโดยอาศัยที่ข้อมูลได้รับเข้ามาใหม่ เช่น ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับไก่ แล้วว่ามีลักษณะอย่างไร แต่เมื่อได้พบเห็นเปิดครั้งแรก ก็ยังคงคิดว่าเป็นไก่ จนกว่าผู้เรียนแยกลักษณะที่สำคัญของไก่ และเปิด คือ ไก่ปากแหลม แต่เปิดปากไม่แหลม ไก่มีขาที่นิ้วแยกออกจากกัน ส่วนเปิดมีนิ้วติดกันเป็นพืด จากนั้นผู้เรียนก็รู้ว่า เปิดแตกต่างจากไก่ และยอมรับว่าไก่และเปิดเป็นสัตว์ต่างชนิดกัน

ทิตนา แคมมณี (2542 : 9 - 11) กล่าวถึง แนวคิดการสรรค์สร้างความรู้ ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ว่า ความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นด้วยตนเอง สามารถเปลี่ยนแปลงและพัฒนาให้งอกงามขึ้นไปเรื่อยๆ โดยอาศัยกระบวนการพัฒนาโครงสร้างความรู้ภายในของบุคคล และการรับรู้สิ่งต่างๆ รอบตัว

เฮนเดอร์สัน (Henderson, 1996 : 6 - 7) ได้อธิบายว่าการสร้างความรู้จะต้องมีองค์ประกอบสำคัญ

1. ข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้ ความรู้สึก ประสบการณ์ใหม่ๆ ที่บุคคลรับเข้าไป
2. กระบวนการทางสติปัญญา หรือทักษะกระบวนการต่างๆ ที่ใช้ในการทำความเข้าใจ
3. ความรู้ที่รับมาและใช้ในการเชื่อมโยง และปรับความรู้เดิมและความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน

ดังนั้นจากแนวคิดข้างต้น การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีโอกาสได้รับข้อมูลและประสบการณ์ใหม่ๆ เข้ามา เมื่อมีโอกาสได้ใช้กระบวนการทางสติปัญญาในการคิดถ่วงถ่วงข้อมูล ทำความเข้าใจข้อมูลหรือเชื่อมโยงข้อมูล ความรู้ใหม่หรือความรู้เดิม

และสร้างความหมายข้อมูล ความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างสรรค์ความรู้นี้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง อันส่งผลถึงความเข้าใจ และการคงความรู้นั้น

1.1.5 ประเภทของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

สืบเนื่องจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ได้รับความสนใจอย่างมากในวงการวิทยาศาสตร์ศึกษา ประกอบกับมีการเปิดกว้างสำหรับการตีความทฤษฎี ทำให้มีการจำแนกทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นหลายแนวคิด แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์แต่ละแนวคิดก็มีมุมมอง และข้อตกลงเบื้องต้นแตกต่างกัน Henriques (1997) กล่าวสรุปได้ว่า Good และผู้ร่วมงาน ได้ระบุถึงคำคุณศัพท์ที่นักการศึกษาได้อธิบายแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ 15 คำ เช่น Contextual Dialectic Empirical Humanistic เป็นต้น สำหรับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟนั้น เป็นการจำแนกโดย Henriques (1997) ซึ่งได้ศึกษา และจำแนกทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็น 4 แนวคิด โดยพิจารณามุมมอง 4 ด้าน คือ ด้านปรัชญา (Philosophical Aspect) จิตวิทยา (Psychological Aspect) ญาณวิทยา (Epistemic Aspect) และการสอน (Pedagogical Aspect) เป็นหลักการลำดับแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ทั้ง 4 แนวคิดนี้ จัดตามการลดลงของบทบาทครู และการเพิ่มขึ้นของการควบคุมการเรียนรู้ของผู้เรียนดังนี้

1. แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบกระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูล (Information Processing Approach)
 2. แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ (Interactive - Constructivist Approach)
 3. แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social - Constructivist Approach)
 4. แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบเรดิคอล (Radical Constructivist Approach)
- Henriques (1997) Yore (2001 : 4 - 6) และ Shymansky, et al. (1998 : 3 - 6) กล่าวถึงแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ทั้ง 4 แนวคิด สรุปได้ดังนี้

แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบกระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูล (Information Processing Approach)

แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ แบบกระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูล ใช้การเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์ในการแสดงให้เห็นภาพการเรียนรู้ กล่าวคือ การเรียนรู้เป็นชุดความคิดที่ทำงานในลักษณะกระบวนการประมวลผลย่อยของคอมพิวเตอร์ (Series of Micro-processors Generates Ideas) วิเคราะห์ข้อผิดพลาด เพื่อนำไปใกล้คำตอบที่ถูกต้องมากขึ้น ความถูกต้องของคำตอบหรือการตีความตัดสินโดยใช้หลักฐานทางธรรมชาติ เป็นเกณฑ์การเรียนรู้เป็นกระบวนการระบุนความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ระหว่างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนกับผลที่ได้รับ เป็นการสร้างลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ที่มีลักษณะตายตัว และเป็นอิสระจากกิจกรรมของมนุษย์ แนวคิดนี้เชื่อว่าสิ่งที่มีอยู่จริงมีความเป็นปรนัย สามารถวัดและสร้างเป็นโมเดลได้ การเรียนปรากฏการณ์ใหม่เป็นการปรับสิ่งเร้าใหม่ให้ตรงกับความเข้าใจเดิม

ความเข้าใจใหม่จะคงอยู่ร่วมกับความรู้เดิมของผู้เรียน เมื่อเรื่องนั้นเป็นจริงในธรรมชาติ แต่ถ้าความรู้ใหม่ไม่ตรงกับความรู้หรือมโนทัศน์เดิม ผู้เรียนจะรวมความแตกต่างเข้าด้วยกัน และเปลี่ยนเป็นเรื่องจริงที่มีความเป็นปรนัยขึ้นมาแทนที่ การสร้างความเข้าใจเกิดขึ้นในส่วนบุคคล

การเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ เป็นการดำเนินการโดยครูเป็นส่วนใหญ่ การใช้ภาษาในการสื่อสารเป็นแบบทางเดียว กล่าวคือ ครูสื่อไปยังผู้เรียน ไม่มีการอภิปราย ชักถาม ในประเด็นที่มีความขัดแย้ง มีการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนทุกคนเรียนรู้ จากการทำงานประจำแบบเดียวกัน โดยมุ่งให้ผู้เรียนสร้างความรู้แบบเดียวกัน เป้าหมายของการเรียนรู้แนวคิดนี้ คือ การให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจแบบเดียวกับผู้เชี่ยวชาญสาขานั้นๆ

แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ (Interactive - Constructivist Approach)

แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟใช้การเปรียบเทียบเชิงนิเวศวิทยา (Ecology) ในการแสดงให้เห็นภาพการเรียนรู้ กล่าวคือ การเรียนรู้เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและตลอดเวลาระหว่างความรู้เดิม ประสบการณ์ จากประสาทสัมผัส ระบบความเชื่อ และบุคคลอื่นๆ ในบริบทเชิงวัฒนธรรมเชิงสังคมที่นำไปสู่การตีความที่หลากหลาย ซึ่งสะท้อนประสบการณ์ชีวิตกับความเชื่อทางวัฒนธรรมของบุคคลนั้น การตัดสินใจ ความถูกต้องของการตีความใช้หลักฐานเชิงธรรมชาติเป็นเกณฑ์ มโนทัศน์พื้นฐานของแนวคิดนี้ เน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างโลกกายภาพที่มีความเป็นจริงตามธรรมชาติ และบริบทสังคมเชิงวัฒนธรรม ความเข้าใจของผู้เรียนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ความเข้าใจส่วนสาธารณะ (Public Component) และความเข้าใจส่วนบุคคล (Private Component) ความเข้าใจส่วนสาธารณะเป็นการสร้างความรู้ที่เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับโลกกายภาพ และบุคคลอื่น ความเข้าใจส่วนบุคคลเป็นการสร้างความหมายที่เกิดขึ้น เมื่อผู้เรียนได้คิดพิจารณา ทำความเข้าใจไตร่ตรองเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ดังกล่าว

การเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ เป็นการดำเนินการร่วมกัน ทั้งครูและผู้เรียน มีการแบ่งปันการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน การใช้ภาษาในการสื่อสารเป็นแบบสองทาง กล่าวคือ ครูและผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน มีการอภิปราย ชักถาม ในประเด็นที่มีความขัดแย้ง เพื่อสร้างความเข้าใจที่ชัดเจนระหว่างครูกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ เป้าหมายของการเรียนรู้ คือ การให้ผู้เรียนตีความทางเลือกหรือหาคำตอบได้หลากหลาย โดยไม่จำเป็นต้องสิ้นสุดเป็นฉันทามติของกลุ่ม ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจที่สามารถยืนยันความถูกต้องด้วยหลักฐานธรรมชาติและหลักการทางวิทยาศาสตร์

แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social-Constructivist Approach)

แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม ใช้การเปรียบเทียบเชิงบริบท (Context) ในการแสดงให้เห็นภาพการเรียนรู้ กล่าวคือ การเรียนรู้เป็นปฏิสัมพันธ์ระดับกลุ่มที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและตลอดเวลา นำไปสู่การตีความได้หลากหลาย ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นฉันทามติ

ของกลุ่ม มโนทัศน์พื้นฐานของแนวคิดนี้เน้นบริบททางสังคมเชิงวัฒนธรรม คุณค่าทางวัฒนธรรม ความเชื่อ และฉันทามติของกลุ่มเป็นสำคัญ ความรู้ไม่ใช่สิ่งที่แทนความเป็นจริง แต่เป็นสิ่งที่สังคมสร้างขึ้น การสร้างความรู้เกิดขึ้นในส่วนสาธารณะ กล่าวคือ เป็นการสร้างความเข้าใจระดับกลุ่ม จากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลในกลุ่มหรือในสังคม มีการอภิปราย ชักถาม ในประเด็นที่มีความขัดแย้งจนได้เป็นฉันทามติที่กลุ่มยอมรับว่าถูกต้อง

การเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ เป็นการดำเนินการร่วมกันทั้งครูและผู้เรียน มีการแบ่งปันการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน การใช้ภาษาในการสื่อสารเป็นแบบสองทาง กล่าวคือ มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับบุคคลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ เพื่อสรุปเป็นฉันทามติของกลุ่ม การสอนและการเรียนรู้เน้นที่กิจกรรมเชิงสาธารณะ เป้าหมายของการเรียนรู้ คือ ให้ผู้เรียนตีความทางเลือกได้หลากหลายโดยทางเลือกนั้นได้รับการยอมรับว่าเป็นการตกลงร่วมกันของกลุ่ม

แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบเรดิคอล (Radical Constructivist Approach)

แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบเรดิคอล ใช้การเปรียบเทียบในเชิงของการทำงานภายในโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต (Organism) ในการแสดงให้เห็นภาพการเรียนรู้ กล่าวคือ การเรียนรู้เป็นการคิดพิเคราะห์กับตนเองอย่างระมัดระวังและรอบคอบ เป็นการพูดกับตนเอง เพื่อนำไปสู่การตีความที่ถูกต้อง ซึ่งความถูกต้องของการตีความพิจารณาจากความสอดคล้องกับความคิดของบุคคลนั้น ดังนั้นการตีความจึงมิได้หลากหลาย และมีความถูกต้องเท่าๆ กัน ตามแต่เกณฑ์ที่แต่ละบุคคลใช้ มุมมองที่เป็นจริงของบุคคลขึ้นกับการตีความตามประสบการณ์หรือความเชื่อในบริบทสังคมและวัฒนธรรมของตน การสร้างความรู้เกิดขึ้นในส่วนบุคคล

การเรียนรู้ตามแนวคิดนี้เป็นการดำเนินโดยผู้เรียนเป็นส่วนใหญ่ การใช้ภาษาในการสื่อสารเป็นแบบทางเดียว กล่าวคือ เน้นที่ผู้เรียนสื่อสารกับตัวเอง เป็นการพูดหรือคิดกับตนเองเพื่อสร้างความเข้าใจส่วนบุคคล เป้าหมายของการเรียนรู้ คือ การให้ผู้เรียนตีความตามทางเลือกได้หลากหลาย มีความรู้ความเข้าใจ ที่ตีความตามประสบการณ์ส่วนบุคคล การเรียนการสอนไม่มีการค้นหาฉันทามติ หรือเปรียบเทียบความเข้าใจของผู้เรียนแต่ละคน

การจำแนกแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็น 4 แนวคิด เป็นการพิจารณาในเชิงเปรียบเทียบแบบสุดขั้วในบริบททางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เห็นความแตกต่างและมุมมองที่ชัดเจนแต่ละแนวคิด แม้ว่าแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แต่ละแนวคิดจะมีลักษณะมุมมองเฉพาะ แต่แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ทั้ง 4 แนวคิดก็อยู่ภายในหลักฐานพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เหมือนกัน คือ การสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในบุคคล เป็นการสร้างความเข้าใจ และสร้างความหมายโดยการตีความ และเชื่อมโยงประสบการณ์ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย และให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่

แม้ว่าแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ 4 แนวคิดจะอยู่ภายในหลักฐานพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เหมือนกัน แต่ก็มีลักษณะมุมมองเฉพาะที่ต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของเป้าหมายการเรียนรู้ ผู้วิจัยสนใจแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากแนวคิดนี้เป็นแนวคิดใหม่ที่สนับสนุนการเรียนการสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1.6 แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟที่นำมาใช้ในการเรียน

การสอน

วัชรภรณ์ แก้วดี (2546 : 141) กล่าวถึงแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ 4 แนวคิดจะอยู่ภายใต้หลักพื้นฐาน ของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เหมือนกัน แต่ก็มีลักษณะมุมมองเฉพาะที่ต่างกัน โดนเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของเป้าหมายการเรียนรู้ที่การเรียนรู้แต่ละเป้าหมายแตกต่างกัน ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ Henriques (1997 : 4) กล่าวสรุปไว้ว่า แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดความคิดหลักหรือมโนทัศน์หลักทางวิทยาศาสตร์ มีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) และมีจิตนิสัยที่สำคัญต่อการมีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สื่อสารและชักจูงให้ผู้อื่นเห็นคุณค่า และประโยชน์ของสิ่งที่สร้างขึ้น คุณลักษณะที่กล่าวมานี้สอดคล้องกับที่เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาตามที่กรมวิชาการได้ระบุไว้ ซึ่งสรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนมีเป้าหมาย ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2544 : 3)

1. ให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทฤษฎีพื้นฐาน ขอบเขต ข้อจำกัด และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. ให้ผู้เรียนมีทักษะในการศึกษา ค้นคว้า มีกระบวนการคิด การแก้ปัญหา การจัดการและการตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์
3. ให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสัมพันธ์และผลกระทบของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และมวลมนุษย
4. ให้ผู้เรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการสร้างสรรค์

การนำแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟมาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ สามารถนำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ และมีประสิทธิผล ลักษณะสำคัญของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ คือ การสร้างความรู้ความเข้าใจที่มีองค์ประกอบ 2 ส่วน ได้แก่ การสร้างความรู้ความเข้าใจส่วนสาธารณะ และการสร้างความรู้ความเข้าใจส่วนบุคคล

ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ จึงจะมีทั้งสององค์ประกอบนี้รวมอยู่ด้วย กล่าวคือ ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ใช้ภาษาในการสื่อสาร อภิปราย ชักถาม ในประเด็นที่มีความขัดแย้ง เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง และชัดเจน และให้ผู้เรียนได้คิดพิจารณาไตร่ตรอง เพื่อสร้างความหมายให้กับความรู้ความเข้าใจที่ได้เรียนรู้มา

การสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ เกี่ยวข้องกับการให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ (Access) ลงมือดำเนินการ (Engage) สำรวจใช้เหตุผลและนำความรู้ไปใช้ การจัดการเรียนการสอนมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน ระหว่างผลของการเรียนรู้ การเรียนการสอน แหล่งการเรียนรู้ และการประเมินผลการสอน การสอนตามแนวคิดนี้ครอบคลุมความรู้ แบบสืบสอบความรู้แบบแนะแนวทาง (Guided Inquiry) วงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) การปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual Change) และการสร้างแนวคิดแนวปฏิบัติ (Generative Approaches) ในขณะที่ Shymansky (Shymansky, et., al, 1997 อ้างถึงใน Hand, Lawrence and Yore : 11) ได้กล่าวถึงต้นแบบทั่วไปของการสอน และจัดประสบการณ์เรียนรู้ ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ (Typical Interactive Constructivist Teaching) สรุปได้ว่าประกอบด้วยกิจกรรม ดังนี้

1. การใช้ความรู้เดิมของผู้เรียนร่วมด้วยอย่างตื่นตัว
2. การสำรวจปัญหา
3. การท้าทายความคิดและทางเลือกอื่น
4. การซึมซับแล้วปรับความรู้ใหม่ให้เข้าไปอยู่ในความรู้เดิมอย่างเหมาะสม
5. การประเมินผลความรู้ความเข้าใจ

จากลักษณะมุมมองของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ ดังกล่าว สิ่งที่สำคัญควรคำนึงในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ ประกอบด้วย ขั้นตอนการสอน 6 ขั้น ดังนี้

1. การสำรวจมโนทัศน์เดิม
2. การสร้างความขัดแย้งทางปัญญา
3. การค้นหาคำตอบ
4. การสร้างความเข้าใจส่วนสาธารณะ
5. การสร้างความหมายส่วนบุคคล
6. การนำความรู้ไปใช้

วาริรัตน์ แก้วอุไร (2541 : 53 - 54) กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้รับจากอิทธิพลจากทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเอง มีแนวทางดังต่อไปนี้

1. ผลที่ได้จากการเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ของการเรียนรู้เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ดังนั้น ความคิดเป้าหมาย และแรงจูงใจของผู้เรียนจึงมีอิทธิพลต่อวิธีการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับอุปกรณ์

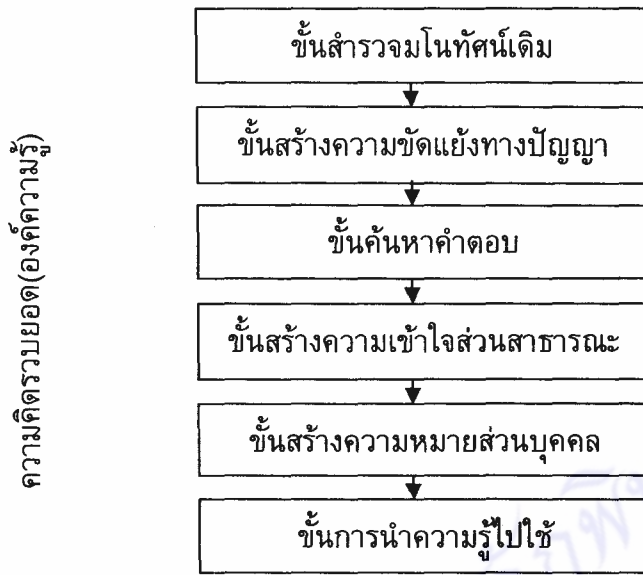
พอสรุปได้ว่าแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอ็กทีฟที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา มีพื้นฐานความคิดมาจากปรัชญาที่ว่าความรู้เป็นสิ่งที่มียู่แล้ว เพียงแต่การเรียนรู้ การสอนมีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนรับรู้และเข้าใจสภาวะความเป็นจริงของความรู้ที่ผู้เรียนแปลความหมายของตนเองจากสภาพแวดล้อมภายนอก ที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ สร้างความรู้ขึ้นจากพื้นฐานประสบการณ์เดิม ที่มีอยู่แล้วในตัวผู้เรียน เชื่อมโยงกับความรู้เดิม ปรับเปลี่ยน และขยายเป็นโครงสร้างทางความรู้ใหม่ ผู้เรียนพร้อมที่จะรับสภาพแวดล้อมภายนอกต่างๆ มาสร้างเพิ่มพูนความรู้ได้ตลอดเวลา

1.1.7 วิธีสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

พื้นฐานทางทฤษฎีตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่นำมาใช้อยู่นั้น ตั้งอยู่บนพื้นฐานที่ว่า การสร้างความรู้เกิดขึ้นภายในของบุคคล ความรู้เกิดจากสมอง และสติปัญญา เป็นทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ (Piaget) ส่วนวิก็อตสกี (Vygotsky) เน้นความรู้มีแหล่งภายนอกสมองคน คืออยู่ในสังคม เกิดการเรียนรู้ได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และสภาพแวดล้อมทางสังคม การยอมรับและนำแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มาจัดระเบียบในการเรียนการสอน เพียงเพื่ออธิบายถึงวิธีคิด วิธีสร้างเนื้อหาความรู้ใหม่ๆ ที่ผู้เรียนเข้าใจ วิธีคิดของผู้เรียนเอง จนสามารถนำไปสร้างความรู้ของผู้เรียนเองได้ ไม่ว่าจะนำไปใช้กับการเรียนการสอนในวิชาใดๆ (เอกศักดิ์ ยุกตะนันท์, 2542 : 32)

แนวคอนสตรัคติวิสต์ ถูกพัฒนาเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยสภาครุคณิตศาสตร์นานาชาติ (NCTM, National Council for Teachers of Mathematics) และสมาคมครุวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (AAAS, The American Association for the Advancement of Science) ทั้งสองสมาคม ได้ศึกษาทดลอง และทำวิจัยจัดรูปแบบการสอนแบบต่างๆ ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ออกมาเผยแพร่จนเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย (Rice and Wilson, 1999 : 28)

จากแนวคิดเบื้องต้นดังกล่าว ผู้วิจัยพยายามศึกษาการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอ็กทีฟ เพื่อนำมาปรับประยุกต์ใช้กับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พลังงาน แนวคิดการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยศึกษานี้ เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน ตามแนวการเรียนการสอนของ Henriques และคณะ (Henriques, et al. 1997 : 4 - 6) เพื่ออธิบายวิธีสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอ็กทีฟ ที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน ทั้งจากประเทศสหราชอาณาจักรออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ และสหรัฐอเมริกา ในการจัดกระบวนการศึกษาที่เน้นกระบวนการเรียนการสอนตามความเข้าใจในเรื่องปรัชญาคอนสตรัคติวิสต์ ผู้วิจัยได้จัดประสบการณ์ให้เป็นไปตามรูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้



แผนภูมิ 2 รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟ

ขั้นการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟ

เฮนริเคส (Henriques, 1997 : 4) ได้เสนอขั้นการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสำรวจมโนทัศน์เดิม

เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อจูงใจให้ผู้เรียนแสดงมโนทัศน์ที่เป็นความรู้ ความเชื่อของผู้เรียนมีอยู่เดิมเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ มโนทัศน์เดิมของผู้เรียนอาจเป็นความรู้ความเข้าใจที่ยังไม่สมบูรณ์ หรือเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน กิจกรรมในขั้นตอนนี้ ช่วยให้ผู้เรียนตระหนักถึงความรู้ ความเชื่อของตนและทำให้ครูรู้ว่าผู้เรียน ไม่รู้ หรือมีความเข้าใจเรื่องที่จะสอนคลาดเคลื่อน ในประเด็นใดบ้าง วิธีสอนหรือเทคนิคที่ครูสามารถนำมาใช้ได้ เช่น การถามคำถาม การเขียนอนุพันธ์ การใช้สื่อต่างๆ การใช้ของจริง เป็นต้น

ขั้นที่ 2 การสร้างความขัดแย้งทางความคิด

เป็นการจัดกิจกรรม เมื่อเร้าความสนใจ ทำทลายมโนทัศน์เดิมของผู้เรียน กิจกรรมในขั้นตอนนี้ ทำให้ผู้เรียนไม่แน่ใจ เกิดความสงสัยในความรู้ความเข้าใจ ความเชื่อเดิมของตน วิธีสอนหรือเทคนิคที่ครูสามารถนำไปใช้ได้ เช่น การถามคำถาม การสาธิตการทดลอง การสำรวจ การใช้สื่อต่างๆ การใช้ของจริง เป็นต้น

ขั้นที่ 3 การค้นหาคำตอบ

เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนดำเนินการ ค้นคว้า สืบรวจ ทดลอง เพื่อลดความขัดแย้งทางความคิด พิสูจน์มโนทัศน์เดิมและตอบข้อสงสัยของผู้เรียน วิธีสอนหรือเทคนิคการสอนที่ครูสามารถนำไปใช้ได้ เช่น การถามคำถาม การลอง การสำรวจ การสื่อสาร การทำโครงการ การแก้ปัญหา การเรียนแบบร่วมมือ การอภิปราย

ขั้นที่ 4 การสร้างความเข้าใจส่วนสาธารณะ

เป็นกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนอภิปราย และสรุปข้อค้นพบวิธีดำเนินการ ทำงานภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ อภิปราย ชักถาม ในประเด็นที่มีความขัดแย้งกับเพื่อน ครูและบุคคลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อค้นพบและปรับมโนทัศน์ให้สมบูรณ์ ถูกต้อง และชัดเจน วิธีสอนหรือเทคนิคที่ครูสามารถนำมาใช้ได้ เช่น การถามคำถาม การอภิปราย การเขียนแผนภูมิมโนทัศน์ การนำเสนอผลงาน

ขั้นที่ 5 การสร้างความหมายส่วนบุคคล

เป็นกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนทำความเข้าใจ สร้างความหมายให้กับ ข้อค้นพบ และวิธีการค้นหาคำตอบ โดยให้ผู้เรียนพิจารณา ไตร่ตรองด้วยตนเอง วิธีสอน หรือเทคนิคที่ครูสามารถนำมาใช้ได้ เช่น การเขียนแผนภูมิมโนทัศน์ การเขียนอนุพันธ์

ขั้นที่ 6 การนำความรู้ไปใช้

เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ วิธีสอนหรือเทคนิคที่ครูสามารถนำมาใช้ได้ เช่น การถามคำถาม การทำโครงการ เป็นต้น

แนวคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟนี้นำมาใช้กับโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อให้ผู้เรียนในระดับนี้ รู้จักการเรียนรู้พัฒนาตนเอง และเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างความรู้ ความคิด ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟนี้มาจัดการเรียนการสอนกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พลังงาน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ที่มีอยู่ในตนเอง และสามารถนำไปปรับใช้กับสภาพที่เป็นจริงที่ผู้เรียนประสบในชีวิตปัจจุบันได้

1.1.8 บทบาทของครูตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ

การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ ถือว่าครูมีบทบาทเพียงเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

เฮนริควาส (Henriques, 1997 : 4 - 5) กล่าวสรุปได้ว่า บทบาทของครูตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ ไม่ได้เป็นแบบดั้งเดิมที่ครูเป็นผู้เชี่ยวชาญคอยบอกผู้เรียนว่าควรจะทำอะไรบ้าง แต่ครูมีบทบาทเป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและท้าทายความคิดของผู้เรียนอย่างนุ่มนวล จูงใจให้ผู้เรียน

ทำงาน ครูต้องพัฒนาความรู้ของผู้เรียนโดยการช่วยเหลือให้ผู้เรียนทำความเข้าใจด้วยตนเอง มากกว่าที่จะบอกเรื่องให้ผู้เรียนต้องการรู้โดยง่าย

ชิแมนสกาย และคณะ (Shymansky, et al, 1997 : 572) กล่าวถึงบทบาทของครูที่สอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟ สรุปได้ว่าครูให้โอกาสผู้เรียนใช้ภาษาในการสื่อสาร ครูจัดเตรียมประสบการณ์ที่สร้างความขัดแย้งทางปัญญาให้แก่ผู้เรียนให้ผู้เรียนแก้ปัญหา ลดความขัดแย้งโดยการบูรณาการความรู้ใหม่เข้าไปยังโครงสร้างความรู้เดิม หรือให้ผู้เรียนจัดระเบียบโครงสร้างความรู้เดิมใหม่ เพื่อปรับสมดุลให้กับประสบการณ์ที่ขัดแย้งกัน ครูแนะนำการต่อร่องส่วนสาธารณะให้แก่ผู้เรียน เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน และสนับสนุนการสร้าง ความหมายโดยให้ผู้เรียนได้คิดไตร่ตรอง

ยอร์ (Yore, et al, 1998 : 6) ได้กล่าวถึงลักษณะต้นแบบของครูระดับประถมศึกษาที่มีแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟ สรุปได้ 9 ข้อ ดังนี้

1. มีความรู้เกี่ยวกับการสืบเสาะความรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และหัวข้อสาระวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา และทำงานเกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว
 2. มีความรู้เชิงเนื้อหาสาระและการสอน ที่สัมพันธ์กับหัวข้อที่สอน และอายุของผู้เรียน
 3. มีความยืดหยุ่น สนใจในคำถาม ความสนใจ และปัญหาของผู้เรียน
 4. เป็นครูนักปฏิบัติ และมีการให้ผลสะท้อนกลับ
 5. สอนแบบองค์รวมในบริบทที่มีเป้าหมายชัดเจน และสอนเชื่อมโยงข้าม
- หลักสูตร
6. วางแผนให้มีการเชื่อมโยงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวรรณกรรม กิจกรรม และประสบการณ์เดิมในบริบทวัฒนธรรมเชิงสังคมนวมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนพูดคุยเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ แบ่งปันการตีความแบบอื่นๆ การทำความเข้าใจ ให้ชัดเจนโดยใช้การอภิปรายซักถาม ในประเด็นที่มีความขัดแย้ง
 7. นำความคิดของผู้เรียนมาประเมิน และใช้วางแผนการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนบูรณาการความคิดใหม่กับความรู้เดิม และสร้างความรู้ที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน
 8. ใช้ยุทธศาสตร์ที่หลากหลาย เพื่อให้พ่อแม่มีส่วนร่วมในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอย่างมีความหมาย และส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา
 9. มีความเป็นวิชาชีพและเป็นผู้นำที่รับผิดชอบต่อการพัฒนาวิชาชีพ และให้ความสนใจวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา

โดยสรุปบทบาทสำคัญของครูที่สอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟ ได้แก่

1. ครูเป็นผู้แนะนำ ช่วยเหลือ และช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ พัฒนาความรู้โดยการทำ ความเข้าใจด้วยตนเอง

2. ครูใช้คำพูด หรือถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและท้าทายความคิดของผู้เรียน

3. ครูจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่ท้าทายความคิด สร้างความขัดแย้งให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา และมีการบูรณาการความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

4. ครูจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ให้ผู้เรียนมีการต่อร่องส่วนสาธารณะ และมีการไต่ร่องส่วนบุคคล

การที่ครูจะแสดงบทบาทที่สอดคล้องกับแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ ได้ครุควรมีลักษณะสรุปได้ดังนี้

1. มีความรู้และให้ความสนใจ เกี่ยวกับการสืบเสาะความรู้ธรรมชาติเชิงวิทยาศาสตร์ และเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ในระดับที่ตนสอน

2. มีความรู้ทางการสอนที่สอดคล้อง เหมาะสมกับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ และอายุของผู้เรียน

3. เห็นคุณค่า และให้ความสนใจในความรู้เดิมคำถาม ความคิด ปัญหา ในบริบทสังคมเชิงวัฒนธรรมของผู้เรียน

แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟเป็นแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องชัดเจน จากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และทำความรู้นั้นให้มีความหมาย โดยการคิดพิจารณาไต่ร่องด้วยตนเอง แนวคิดนี้มีลักษณะมุมมองที่สอดคล้องกับหลักการสอน ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มุ่งให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้

1.1.9 บทบาทของผู้เรียนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

มาร์ติน และคณะ (Martin, et al, 1994 : 48) กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. ผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ตระหนักถึงความสำคัญของการศึกษา ว่ามีความหมาย และความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต

2. ผู้เรียนต้องตั้งเป้าหมาย และวางแผนการศึกษาให้เหมาะสมกับความถนัดและความสามารถของตนเอง

3. ผู้เรียนต้องรู้วิธีการเรียนรู้ มีทักษะชีวิต รวมทั้งสามารถปรับเปลี่ยนได้ เมื่อมีความจำเป็น

4. ผู้เรียนต้องเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น

5. ผู้เรียนต้องมีการประเมินตนเองรวมทั้งต้องพัฒนาตนเองให้ก้าวหน้า

อยู่เสมอ

1.1.10 การประเมินผลตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

การประเมินผลการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ผู้สอนจะต้องพิจารณาถึงชนิดของข้อมูลย้อนกลับที่ตัวผู้สอน และผู้เรียนต้องการทั้งก่อนการเรียน การสอน ระหว่างการเรียนการสอน และหลังการเรียนการสอน ซึ่ง เบ็กก์ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2541 : 10 - 11 อ้างจาก Begg, d.) ได้เสนอไว้ดังนี้

ก่อนการเรียนการสอน

- ความสนใจของผู้เรียนคืออะไร
- ความคิดเห็นเดิมของผู้เรียน มโนทัศน์และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนก่อนการเรียนการสอนคืออะไร

- คำถามของผู้เรียนที่น่าจะเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนมีอะไรบ้าง
- กิจกรรม(คำถาม) อะไรที่เหมาะสมที่จะตอบคำถามของผู้เรียน

ระหว่างการเรียนการสอน

- คำถามปัจจุบันของผู้เรียน คืออะไร
- กิจกรรมการเรียนการสอนได้เน้นคำถามดังกล่าวหรือไม่
- ความหมายที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนคล้ายกับความหมายที่ผู้สอนตั้งใจจะให้เกิดขึ้นหรือไม่
- ผู้เรียนผสมผสานความคิดเข้าด้วยกันอย่างไร ผู้เรียนกำลังคิดถึงอะไร
- ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนที่จะเรียนรู้ เช่น ทักษะการถามคำถาม ทักษะการวางแผน และทักษะการแลกเปลี่ยนความคิดอย่างไร

หลังการเรียนการสอน

- ความคิดของผู้เรียน เมื่อเรียนจบแล้วคืออะไรและความคิดเห็นนี้ต่างจากความคิดเห็นก่อนการเรียนการสอนหรือไม่
- สิ่งที่จะต้องรายงาน หรือบันทึกในใบประเมินผลของผู้เรียน คืออะไร

1.2 การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.2.1 ความหมายการสืบเสาะหาความรู้

มีนักศึกษาหลายท่านที่ได้ให้คำจำกัดความของการสืบเสาะหาความรู้ ดังเช่น

เซสซี (Szesze, 2001) ได้ให้ความหมายการสืบเสาะหาความรู้ ว่าเป็นกระบวนการสำหรับการค้นหาคำตอบผ่านการสำรวจตรวจสอบ

(สถาบันวิจัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา : (NRC), 1996) ได้ให้ความหมายการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นกิจกรรมที่มีความผสมผสานระหว่างการสังเกต การใช้คำถาม การค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการทดลองให้มีประสิทธิภาพ และหลักฐาน การใช้

เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แปลผล ตอบคำถาม อธิบายและทำนาย ตลอดจนการนำเสนอข้อมูล

จากคำนิยาม สามารถสรุปได้ว่าการสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างการใช้กระบวนการคิด และทักษะต่างๆ เพื่อที่จะแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบ

1.2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้

แนวคิดของปรัชญาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ก็คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสร้างสรรค์ของแต่ละคนที่มีพื้นฐานมาจากความรู้ สิ่งแวดล้อมและสังคมเดิม ลาเวน (Raven, 1988) กล่าวว่าในปรัชญาการศึกษายุคใหม่ทฤษฎีการเรียนรู้มีรากฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist theory) โดยทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชื่อว่า นักเรียนทุกคนมีองค์ความรู้เป็นของตนเอง การสร้างองค์ความรู้ใหม่ต้องอาศัยองค์ความรู้เดิมที่นักเรียนแต่ละคนมีอยู่ ประกอบด้วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยวิธีการคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการซึ่งนักเรียนจะสืบเสาะ สืบค้น และสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง นักเรียนจะเข้าใจและได้รับความรู้ และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้

1.2.3 รูปแบบของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle model)

กล่าวกันว่าการเรียนรู้เป็นวัฏจักร เนื่องจากความรู้ใหม่จะอยู่บนพื้นฐานของความรู้เดิม วัฏจักรการเรียนรู้เป็นวิธีการสร้างบทเรียนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยพบว่าวัฏจักรการเรียนรู้ ที่เป็นแบบแผนแรกนั้น คิดค้นขึ้นมาโดยอัตกินและคาร์พลัส (Atkin and Karplus) ซึ่งเรียกว่า 3-phase model ประกอบด้วยชั้นต่างๆ 3 ชั้น คือ การสำรวจ (Exploration) การพัฒนาความคิดรวบยอด (Concept development) และการประยุกต์ (Application) ต่อมา มาร์ติน เซ็กซ์ตันและเกอร์โลวิช (Martin, Sexton and Gerlovich) ได้เสนอรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4Es ประกอบด้วยชั้นต่างๆ 4 ชั้น คือ การสำรวจ (Exploration) การอธิบาย (Explanation) การขยายความ (Expansion) และการประเมินผล (Evaluation) จนกระทั่งต่อมา โรเจอร์ ไบบี (Roger Bybee) นักพัฒนาหลักสูตรจากหน่วยงานซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษา และจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Sciences Curriculum Study) หรือที่รู้จักกันในนาม BSCS ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้เสนอรูปแบบ วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หรือ 5Es ซึ่งประกอบด้วย ชั้นสร้างความสนใจ (Engage) ชั้นสำรวจ (Explore) ชั้นอธิบาย (Explanation) ชั้นขยายผล (Elaborate หรือ Extend) และชั้นประเมินผล (Evaluation)

1.2.4 การเรียนการสอนโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5 Es Cycle Model)

วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ขึ้นอยู่กับรากฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ประกอบด้วย 5 ชั้น แต่ละชั้นจะใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษ ตัวพิมพ์ใหญ่ “E” ขึ้นต้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547 : 6 - 7)

ชั้นที่ 1 ชั้นสร้างความสนใจ หรือ “Engage”

ชั้นนี้เป็นชั้นของการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดอาการอยากเรียน และสนใจกิจกรรม ควรจะอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์ที่ได้เรียนมาแล้วในอดีต และนำมาเชื่อมกับประสบการณ์เรียนรู้ในปัจจุบันบทบาทของครูจะทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม ตามนักเรียน กำหนดปัญหา ชี้ให้เห็นประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งกัน นักเรียนควรจะมีคามอยากรู้อยากเห็น ในปัญหากระบวนการ และทักษะต่างๆ

ชั้นที่ 2 ชั้นสำรวจและค้นหา หรือ “Explore”

ชั้นนี้เป็นชั้นที่ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมต่างๆ ในการสำรวจ นักเรียนสำรวจและค้นหาในเนื้อหา และสร้างแนวความคิดที่ได้มาจากประสบการณ์ของนักเรียนเอง และกำหนดปรากฏการณ์ที่ได้จากการสำรวจโดยการสร้างคำพูดเป็นของตนเอง ผู้เรียนมีเวลาและโอกาสในการที่จะพูดคุยกับนักเรียนคนอื่นๆ จากนั้นนักเรียนก็สร้างองค์ความรู้ และทำความเข้าใจด้วยตนเอง และในขณะเดียวกันก็ทำความเข้าใจในเรื่องของคนอื่นด้วย

ชั้นที่ 3 ชั้นอธิบาย หรือ “Explain”

ชั้นนี้เป็นชั้นที่ได้มาจากการสำรวจ ค้นคว้า ซึ่งผู้เรียนได้ดำเนินการมาแล้ว นักเรียนควรจะสามารรถกำหนดแนวความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของนักเรียนเอง โดยผ่านประสบการณ์และความรู้เดิมของผู้เรียนที่มีอยู่ และสามารถประมวลเป็นความรู้เพื่อถ่ายทอดและสื่อสารไปยังผู้อื่นได้

ชั้นที่ 4 ชั้นขยายความรู้ หรือ “Elaborate หรือ Extend”

ชั้นนี้นักเรียนมีโอกาสนในการประยุกต์ใช้แนวความคิดรวบยอดนำไปสู่การค้นหาในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่ละเอียดและระดับลึกลงไป นักเรียนสามารถค้นคว้ารายละเอียดในสิ่งที่ต้องการศึกษา และสำรวจตรวจสอบได้มากขึ้น ตลอดจนมีการใช้ทักษะต่างๆ และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันกับผู้อื่น ชั้นนี้ผู้เรียนควรจะได้รับความรู้ ความเข้าใจและแนวความคิดรวบยอดที่ลึกลงไป

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล หรือ “Evaluate”

ขั้นนี้เป็นขั้นที่สำคัญเนื่องจากนักเรียนจะได้รับผลสะท้อนย้อนกลับ (feedback) จากประสบการณ์และความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนจะยังคงมีการพัฒนาแนวความคิดรวบยอดและความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง นักเรียนจะประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากแนวความคิดที่เป็นกุญแจสำคัญ และการพัฒนาของทักษะพื้นฐานที่จำเป็น

1.3 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.3.1 ความสำคัญ ธรรมชาติ และลักษณะเฉพาะของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบัน และอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ทำให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมากมาย มีผลให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมาก ที่จะให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อไป อย่างไม่หยุดยั้ง

วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลก สมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy for all) เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจ โลกธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ อย่างสมดุล และยั่งยืน และที่สำคัญอย่างยิ่ง คือ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาชาติ ดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

1.3.2 หลักสูตร และการจัดการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษา ที่มุ่งปลูกฝังให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้ (กรมวิชาการ, 2546 : 11)

1. มีความรู้และทักษะในวิชาสามัญและทันต่อความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการต่างๆ
2. สามารถปฏิบัติตนในการรักษา และเสริมสร้างสุขภาพอนามัยของตนเองและชุมชน
3. สามารถวิเคราะห์ปัญหาของชุมชนและเลือกแนวทางแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับข้อจำกัดต่างๆ
4. มีความภูมิใจในความเป็นไทย สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข เต็มใจช่วยเหลือผู้อื่นตามความสามารถของตน
5. มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถสร้าง และปรับปรุงแนวทางปฏิบัติที่จะทำให้เกิดความเจริญแก่ตนเองและชุมชน
6. มีทัศนคติที่ดีต่อสัมมาชีพทุกชนิด มีนิสัยรักการทำงาน และมีความสามารถในการเลือกอาชีพที่เหมาะสมกับความถนัด และความสนใจของตนเอง
7. มีทักษะพื้นฐานในการประกอบสัมมาชีพมีความสามารถในการจัดการ และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
8. เข้าใจสภาพ และการเปลี่ยนแปลงของสังคมในชุมชน สามารถเสนอแนวทางพัฒนาชุมชน ภูมิใจในการปฏิบัติตนตามบทบาท และหน้าที่ในฐานะสมาชิกที่ดีของชุมชน ตลอดจนอนุรักษ์ และเสริมสร้างสิ่งแวดล้อม ศาสนา ศิลปวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับชุมชนของตน

1.3.3 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544 : 12)

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิด และจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพล และผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้คนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.3.4 การประเมินผลสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544 : 231)

1. เพื่อวินิจฉัยความรู้ ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมของผู้เรียน และเพื่อส่งเสริมผู้เรียน
2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ตัวผู้เรียนเองว่า บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้เพียงใด
3. เพื่อใช้ข้อมูลในการสรุปผลการเรียนรู้ และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลจากสภาพจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544 : 231)

กิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนมีหลากหลาย เช่น กิจกรรมสำรวจภาคสนาม กิจกรรมการสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง กิจกรรมศึกษาค้นคว้า กิจกรรมศึกษาปัญหาพิเศษ อย่างไรก็ตามในการทำกิจกรรมเหล่านี้ต้องคำนึงว่าผู้เรียน แต่ละคนมีศักยภาพแตกต่างกันผู้เรียนแต่ละคน จึงอาจทำงานชิ้นเดียวกันได้เสร็จในเวลาที่แตกต่างกัน และผลงานที่ได้ก็อาจแตกต่างกันด้วย การวัดและการประเมินผลจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพ ก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆ ด้าน หลากหลายวิธี ในสถานการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อจะได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

ลักษณะสำคัญของการวัดและประเมินผลจากสภาพจริง

1. การวัดและการประเมินผลจากสภาพจริง มีลักษณะที่สำคัญ คือ ใช้วิธีการประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อนความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียน ในด้านของผู้ผลิต และกระบวนการที่ได้ผลผลิต มากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง
2. เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนเพื่อวินิจฉัยผู้เรียน ในส่วนที่ควรส่งเสริมและส่วนที่ควรแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ ตามความสามารถ ความสนใจ และความต้องการของแต่ละบุคคล
3. เป็นการประเมินที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ประเมินผลงานของตนเอง และของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักตนเองเชื่อมั่นในตนเอง สามารถพัฒนาตนเองได้
4. ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึง กระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนว่าสามารถตอบสนองความสามารถ ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียนแต่ละบุคคลได้หรือไม่

5. ประเมินความสามารถของผู้เรียนในการถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่ชีวิตจริงได้

6. ประเมินด้านต่างๆ ด้วยวิธีที่หลากหลายในสถานการณ์ต่างๆ อย่างต่อเนื่อง
วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้

เพื่อให้การวัดและการประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูล และวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
2. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
3. การสัมภาษณ์
4. บันทึกของผู้เรียน
5. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู
6. การวัดและการประเมินผลภาคปฏิบัติ (practical assessment)
7. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)
8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน (portfolio assessment)

1.3.5 สารการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สารการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับ
การวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1 สาร

สาระที่ 5 : พลังงาน

1.3.6 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

สารที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 5 พลังงาน

ดังมีรายละเอียดมาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความหมายของงานและพลังงาน ทักษะการคำนวณ
การประมาณค่าเกี่ยวกับงาน กฎการอนุรักษ์พลังงาน และการนำไปใช้ประโยชน์ มองเห็น
ความสัมพันธ์ และโยงความสัมพันธ์ของพลังงานชนิดต่างๆ และสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษา
สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ (เพิ่มเติม)

มาตรฐาน ว 5.2 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต
การเปลี่ยนรูปพลังงาน และการสูญเสียพลังงานในรูปที่ไม่ต้องการสร้างข้อสรุปจากการค้นหา
คำตอบของสถานการณ์ที่กำหนดให้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ (เพิ่มเติม)

มาตรฐาน ว 5.3 : มีทักษะการสังเกต การจัดการ การวัด การคำนวณ และการประมาณค่าอุณหภูมิของสิ่งต่างๆ สร้างข้อสรุประหว่างอุณหภูมิ กับการดำรงชีวิตประจำวัน สำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับอุณหภูมิ ระบุหน่วยวัดอุณหภูมิ และเครื่องมือ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ (เพิ่มเติม)

มาตรฐาน ว 5.4 : เข้าใจ และสำรวจตรวจสอบ เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำ การพา การแผ่รังสี ยกตัวอย่างการถ่ายโอนความร้อนในรูปแบบต่างๆ และการใช้ประโยชน์ สมดุลความร้อนและการขยายตัวของสาร ใช้เกณฑ์ในการพิจารณาการถ่ายโอนความร้อนในรูปแบบต่างๆ และการนำไปใช้ประโยชน์ (เพิ่มเติม)

มาตรฐาน ว 5.5 : เข้าใจและสำรวจ ตรวจสอบ เกี่ยวกับการดูดกลืนแสง และการคายความร้อนของวัตถุต่างๆ รวมทั้งนำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ สาเหตุของปัญหาที่เกิดจากการใช้พลังงาน และผลกระทบจากการใช้พลังงานสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม แนวทางการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (เพิ่มเติม)

1.4 ความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ได้รับการยอมรับว่าเป็นเป้าหมายหลักของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษามานานแล้ว (Simpson & Anderson, 1981) มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ให้ความหมาย และลักษณะบุคคลอื่น และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อสังคม รวมไปถึงผลที่เกิดขึ้น จากการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคม

National Science Teacher Association (NSTA). (1971) (อ้างถึงใน ศกุนตลา โภษิตชัยวัฒน์, 2535) กล่าวว่า บุคคลที่มีความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ คือ บุคคลที่สามารถใช้มโนคติทางวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการและค่านิยมในการตัดสินใจในชีวิตประจำวัน ทั้งในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบุคคลอื่น และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม และเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่มีผลกระทบต่อสังคม รวมไปถึงผลที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคม

รับบา และแอนเดอร์สัน (Rubba and Anderson, 1978) กล่าวว่า ความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถที่จะอ่าน และทำความเข้าใจบทความทางวิทยาศาสตร์ ความทั้งเป็นเรื่องของความรู้สึก และค่านิยม โดยแสดงด้วยความกระตือรือร้น ความถูกต้อง แม่นยำ มีคุณภาพ ความเพียร มีความช่างสงสัย ลักษณะต่างๆ เหล่านี้วัดได้จากความต้องการที่จะเพิ่มพูนความรู้ที่มีอยู่

National Science Education Standards (NSES, 1996) ได้ให้ความหมายของความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า ความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับที่บุคคลใช้ในการตัดสินใจ การเป็นพลเมืองที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมทาง

สังคม และวัฒนธรรม และผลที่เกิดขึ้นกับทางเศรษฐกิจ ความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์จะรวมไปถึง ความสามารถพิเศษในด้านต่างๆ ด้วย

ไพฑูริย์ สุขศรีงาม (2537) กล่าวว่า ความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาต่างๆ อย่างชัดเจน โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแล้ว สามารถตัดสินใจอย่างเฉลียวฉลาดในการอธิบายสิ่งนั้น ความเข้าใจในมโนคติเกี่ยวกับวัตถุ และระบบของวิทยาศาสตร์ที่ใช้กันอยู่ในชีวิตประจำวัน

ธีระชัย ปุณฺณโชติ และ ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2537) กล่าวว่า ความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความรอบรู้เชิงวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีพอสมควร มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสม สามารถที่จะแสดงความคิดเห็นในปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตัดสินใจเลือกสิ่งที่เหมาะสมได้สามารถดำเนินชีวิตโดยใช้เทคโนโลยีได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัยและประหยัด และมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียงพอที่จะหาความรู้เพิ่มเติมที่จำเป็น ในการดำรงชีวิตอยู่ในสังคมที่มีความเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

สกลรัตน์ สวัสดิ์มูล (2545) กล่าวว่าความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลสามารถเข้าใจในมวลความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ จนกระทั่งสามารถนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับสภาพสังคม เศรษฐกิจและวัฒนธรรมได้

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลสามารถเข้าใจในมโนคติทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จนกระทั่งนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับสภาพสังคม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรม รวมไปถึงความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และบทบาทของวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อมนุษย์และสังคม

1.4.1 ลักษณะของบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

มีหน่วยงานทางการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านได้กำหนดลักษณะของบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถรวบรวมได้ดังนี้

อีแวน (Evan, 1970) ได้กำหนดลักษณะของบุคคลที่มีความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. รู้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งผลผลิต กระบวนการ และงานของมนุษย์ ยอมรับว่าผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ คือ ตัวความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของโลก ซึ่งเริ่มจากการสังเกตถึงความเข้าใจในเรื่องราวต่างๆ

2. รู้ว่าผลผลิตทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ไม่แน่นอน สามารถเปลี่ยนแปลงได้

3. รู้ถึงความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยต่างก็มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

4. รู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม
National Science Teacher Association (NSTA). (1993) ได้กำหนดลักษณะของบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้
1. สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคุณค่าทางด้านจริยธรรมมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ทั้งในด้านการทำงาน และการพักผ่อน
 2. เข้ามีส่วนร่วมอย่างรับผิดชอบ โดยการปฏิบัติจริงทั้งในเรื่องส่วนตัว และการทำหน้าที่พลเมืองดี หลังจากได้ไตร่ตรองผลที่จะเกิดขึ้นจากทางเลือกต่างๆ
 3. ใช้เหตุผลในการตัดสินใจ และการปฏิบัติที่มีหลักฐานรองรับ
 4. มีความตื่นตัวที่จะนำความรู้และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้
 5. แสดงความกระตือรือร้นและพอใจกับธรรมชาติ และสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น
 6. ช่างสงสัยมีความรอบคอบ มีเหตุผล และคิดสร้างสรรค์ ในการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับจักรวาล
 7. เห็นคุณค่าของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยี
 8. บอกแหล่งความรู้ รวบรวม วิเคราะห์ และประเมินแหล่งข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และใช้แหล่งข้อมูลเหล่านี้ในการแก้ปัญหา การตัดสินใจและการลงมือปฏิบัติ
 9. บอกความแตกต่างระหว่างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีกับความคิดเห็นส่วนตัว และระหว่างข้อมูลที่เชื่อถือได้กับเชื่อถือไม่ได้
 10. เปิดใจกว้างยอมรับหลักฐานใหม่ๆ และยอมรับว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงได้
 11. ตระหนักว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นความพยายามของมนุษย์
 12. คิดไตร่ตรองเกี่ยวกับประโยชน์ และโทษของความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 13. ตระหนักถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีในการพัฒนากิจกรรมของมนุษย์
 14. วิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม
 15. เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับความพยายามด้านอื่นๆ ของมนุษย์ เช่น ประวัติศาสตร์ คณิตศาสตร์ ศิลปะ และมนุษยชาติ
 16. พิจารณาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเด็นด้านการเมือง เศรษฐกิจ วัฒนธรรม และจริยธรรม เกี่ยวข้องกับปัญหาส่วนบุคคลและสังคม

17. เสนอคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งต้องได้รับการทดสอบ
ความถูกต้อง

American Association for the Advancement of Science (AAAS).
(2001) ได้เสนอว่า บุคคลที่มีความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ จะมีลักษณะ ดังนี้

1. ดำรงชีวิตอยู่ในโลกธรรมชาติได้
2. เข้าใจในบางมโนคติหลัก(Key Concept) ทางวิทยาศาสตร์ และหลักการทางวิทยาศาสตร์
3. มีความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
4. ตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีว่าแต่ละชนิดมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน
5. ระบุว่าวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเป็นกิจการของมนุษย์และยอมรับเกี่ยวกับ จุดแข็ง และจุดอ่อนของมัน
6. สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งที่มีจุดมุ่งหมายต่อบุคคลและสังคม

ไพฑูริย์ สุขศรีงาม (2537) เสนอว่าบุคคลที่มีความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ คือ บุคคลที่มีแหล่งภูมิปัญญา ค่านิยม เจตคติ และทักษะ ในการสืบเสาะเพื่อสร้างเสริมพัฒนาการของตนเองในฐานะที่เป็นมนุษย์ที่มีเหตุผล หรือสัตว์ประเสริฐ ตลอดจนปรับปรุงพัฒนาสิ่งแวดล้อม และสังคมให้เหมาะต่อการอยู่รอดของมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ได้

สกลรัตน์ สวัสดิ์มูล (2543) ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาลักษณะความรอบรู้เชิงวิทยาศาสตร์ (A Study of the Characteristics of Scientific Literacy)” โดยใช้เทคนิคเดลฟายกับผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะของความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. ด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบย่อย คือ

- 1.1 ทักษะสากลเชิงวิทยาศาสตร์
- 1.2 การสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
- 1.3 กิจการทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Cognitive Science Knowledge) แบ่งออกเป็น 6 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

2.1 ความรู้ที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.2 ความสามารถในการประยุกต์ใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวัน

2.3 ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

2.4 ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ ความเข้าใจทาง วิทยาศาสตร์ เพื่อความอยู่ดี มีสุขของมนุษย์ เพื่อสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน

2.5 เพื่อรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ สังคม

2.6 มีขอบเขต ความรู้ ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ พื้นฐานระดับหนึ่ง

3. ด้านลักษณะนิสัยทางวิทยาศาสตร์ (Habits of mind) มี 11 องค์ประกอบ ย่อย ดังนี้

3.1 ค่านิยมและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3.2 การคิดคำนวณและการประมาณค่า

3.3 การใช้ทักษะการจัดการและการสังเกต

3.4 ทักษะการสื่อสาร

3.5 ทักษะในการตอบสนองอย่างมีวิจารณญาณ

3.6 ทักษะการตัดสินใจ

3.7 ทักษะการแก้ปัญหา

3.8 ทักษะการใช้สารสนเทศ (Information skills)

3.9 ทักษะการประเมิน

3.10 ความซาบซึ้ง

3.11 Scientific Vision Imagination ของนักวิทยาศาสตร์

1.4.2 องค์ประกอบของความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

จากการตรวจสอบเอกสารเกี่ยวกับความรู้ ความสามารถพื้นฐานทาง วิทยาศาสตร์ที่ได้ ดังข้อสรุปดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาองค์ประกอบของความรู้ ความสามารถพื้นฐานในแต่ละด้าน ดังนี้

1. ความเข้าใจ ในมโนคติ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) ได้อธิบายว่า ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎี พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจอย่างมีความหมาย เกิดความแจ่มแจ้งโดย ปราศจากข้อสงสัยในตัวความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ มโนคติ หลักการ กฎและทฤษฎีต่างๆ

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกได้ ดังนี้

1.1 ข้อเท็จจริง

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) ได้อธิบายว่า ข้อเท็จจริงต้องเป็นอนุภาคที่ เล็กที่สุดของความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการสังเกต

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537) ได้ให้ความหมายของข้อเท็จจริงว่า ข้อเท็จจริงต้องสังเกตได้โดยตรง และต้องคงความจริงไว้โดยการสาธิต และทดสอบได้ผล เหมือนเดิมทุกครั้ง

เอกเจน (Eggen, 1979) กล่าวว่า ข้อเท็จจริงเป็นความรู้ประเภทหนึ่ง ได้จากการสังเกต เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ในแต่ละครั้ง จะเป็นในอดีต หรือปัจจุบันก็ได้ แต่ไม่มีคุณสมบัติในการทำนาย

จากแนวคิดของนักการศึกษาสรุปได้ว่า ข้อเท็จจริงเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทอื่นๆ ข้อเท็จจริงจะได้มาจากการสังเกตเหตุการณ์อย่างหนึ่งอย่างตรงไปตรงมา ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตที่ถือเป็นข้อเท็จจริงนั้น จะต้องเหมือนเดิม ไม่ว่าจะสังเกตกี่ครั้ง แต่ไม่มีคุณสมบัติในการพยากรณ์

1.2 มโนคติ (Concept)

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2532) ได้ให้ความหมายของมโนคติว่า หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจที่จะสรุปรวมถึงลักษณะที่สำคัญๆ ของวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง และแต่ละคนอาจจะมีมโนคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และวุฒิภาวะของบุคคลนั้นๆ

มโนคติทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classificational concept) เป็นมโนคติที่เป็นคำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติ บอกคุณสมบัติรวม โดยการนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นๆ

2. มโนคติทางทฤษฎี (Theoretical) เป็นมโนคติที่นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายคุณลักษณะ บางสิ่งบางอย่างหรือปรากฏการณ์ ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงทั้งหมด แต่มีหลักฐานเป็นเหตุผล สนับสนุนแล้ว สร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง

3. มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational concept) เป็นมโนคติกล่าวถึง ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล นำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่างๆ ได้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537) กล่าวว่า มโนคติเป็นความรู้ ความเข้าใจของแต่ละบุคคล เกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยนำการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม

จากแนวคิดของนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า มโนคติ (concept) หมายถึง ความรู้ที่เกิดจากความคิดโดยสรุปของบุคคลที่มีต่อวัตถุ หรือปรากฏการณ์ มโนคติเป็นผลจากการนำข้อเท็จจริง และการสังเกตที่เกี่ยวข้องทำให้เกิดความคิด โดยสรุปที่ชัดเจนเกี่ยวกับสิ่งนั้น

1.3 หลักการ (principles)

มังกร ทองสุขดี (2522) อธิบายว่า หลักการหมายถึง ข้อความสำคัญที่บัญญัติ หรือสรุปขึ้น โดยกลั่นกรองอย่างมีระเบียบแบบแผน สามารถทำความเข้าใจได้ เป็นข้อความที่อาจเกี่ยวข้องกับความคิดในด้านนามธรรม วัตถุประสงค์หรือเหตุการณ์ตั้งแต่สองอย่างหรือมากกว่าขึ้นไป เพื่อแสดงให้เห็นว่าสิ่งนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

วิมล สาราณยานิช (2543) อธิบายว่า หลักการทางวิทยาศาสตร์ คือกลุ่มของมโนคติที่เป็นความรู้หลักทั่วไป ซึ่งเป็นความจริงที่ใช้อ้างอิงได้คุณสมบัติของหลักการ คือจะต้องนำมาทดลองซ้ำได้โดยได้ผลเหมือนเดิม หลักการเป็นความจริงที่มีประโยชน์มากกว่าข้อเท็จจริงอื่นๆ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการศึกษาวงวิทยาศาสตร์ เวล่านักวิทยาศาสตร์พบปัญหา ได้มีการตั้งสมมติฐาน เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าสมมติฐาน ที่นักวิทยาศาสตร์ สร้างขึ้นนั้น คือหลักการที่เขาคาดคะเนขึ้นนั่นเอง

จากแนวคิดของนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า หลักการ หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่เกิดจากกลุ่มของมโนคติที่สังเกต หรือทดลองซ้ำ ได้ผลเหมือนเดิม ทุกคนเข้าใจกัน สามารถนำไปใช้อ้างอิงและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้

1.4 กฎ (Law)

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2532) อธิบายว่า กฎ โดยทั่วไป หมายถึง หลักการที่สามารถเขียนสมการแทนความสัมพันธ์เหตุและผลได้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537) อธิบายว่า กฎ คือ หลักการอย่างหนึ่ง เป็นข้อความที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล และอาจเขียนในลักษณะรูปสมการแทนได้ ผ่านการทดสอบจนเป็นที่น่าเชื่อถือมาแล้ว หากมีผลการทดลองใดขัดแย้ง กฎนั้นก็ด้อยลงไป กฎส่วนใหญ่ได้มาจากการอุปมาน โดยการนำเอาข้อเท็จจริงทั้งหลายมาผสมผสานกัน แต่บางกฎก็ได้จากการ อนุมานจากทฤษฎี

จากแนวคิดของนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า กฎ หมายถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่เกิดจากหลักการที่ความสัมพันธ์เป็นเหตุ และผลกันและกัน กฎสามารถเขียนแทนด้วยสมการได้ กฎสามารถสังเกตหรือทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง แต่ถ้าผลการสังเกตหรือจากการทดสอบใดขัดแย้ง กฎนั้นจะต้องยกเลิกไป

1.5 ทฤษฎี (theory)

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) อธิบายว่า ทฤษฎี คือ คำอธิบายปรากฏการณ์ทั้งหลาย โดยที่คำอธิบายนั้นต้องสร้างเป็นรูปแบบเขียนเป็นหลักการอย่างกว้างๆ ขึ้นและต้องอยู่ในเงื่อนไข 3 ประการ คือ

(1) ทฤษฎีนั้นต้องอธิบาย กฎ ความจริงหลัก ความจริงเดี่ยว ที่อยู่ในอาณาเขตของทันได้

(2) ทฤษฎีนั้นต้องอนุมานออกไปเป็นกฎ หรือความจริงหลัก บางอย่างได้

(3) ทฤษฎีนั้นต้องทำนายปรากฏการณ์ที่อาจเกิดขึ้นตามมาได้
ภพ เลหาไพบูลย์ (2537) อธิบายว่า ทฤษฎีเป็นข้อความซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในการอธิบายกฎ หลักการหรือข้อเท็จจริง หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นข้อความที่ใช้อธิบาย หรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นเอง

จากแนวคิดของนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ทฤษฎี หมายถึง ข้อความ หรือคำอธิบายที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปในการอธิบายกฎ หลักการ หรือข้อเท็จจริง

จากที่กล่าวมาทั้งหมด สามารถสรุปได้ว่า บุคคลที่มีความเข้าใจ ในโมโนมิติ หลักการ กฎ และ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจอย่างมีความหมาย เกิดความแจ่มแจ้ง โดยปราศจากข้อสงสัย ในโมโนมิติ หลักการ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. การนำความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ นั้นยังไม่เป็นการเพียงพอ ควรได้ฝึกให้นักเรียนได้รู้จักความรู้ และวิธีการต่าง ๆ ในวิชา วิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาใหม่ ๆ ได้ด้วยนักเรียนควรฝึกการนำไปใช้แก้ปัญหา 3 ประเภท คือ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2537)

(1) การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ส่วนมากจะเป็นสถานการณ์ทั่วไปในชั้นเรียน ผู้เรียนต้องนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียน ไปใช้แก้ปัญหา เรื่องอื่นที่อยู่ในวิชาเดียวกัน

(2) การนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น มีลักษณะเป็นปัญหาเดียว แต่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป เป็นการให้ผู้เรียนได้ แก้ปัญหาใหม่

(3) การนำไปใช้แก้ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่นอกเหนือไปจากวิทยาศาสตร์นั้น หมายความว่าถึงเรื่องเทคโนโลยี ปัญหาที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ ส่วนปัญหาทางเทคโนโลยีเป็นเรื่อง ของการสร้าง การออกแบบ หรือการผลิตประดิษฐ์กรรมต่าง ๆ ที่ใช้ประโยชน์ได้โดยตรง

สุนีย์ ศรีศักดิ์ดา (2541) กล่าวว่า ความสามารถในการนำความรู้ วิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ เทคนิคที่เหมาะสมในทาง วิทยาศาสตร์ ที่เคยมีมา ก่อนไปใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายคลึง หรือสถานการณ์ใหม่ได้

อนุวัฒน์ ฉินสูงเนิน (2539) กล่าวว่า การนำความรู้ และทักษะทาง วิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ หมายถึง ลักษณะของบุคคลซึ่งเป็นผู้ที่นำความรู้ และทักษะทาง วิทยาศาสตร์ที่ใช้ไปเป็นวิธีการใหม่ หรือใช้เพื่อผลิตสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมา

จากแนวคิดของนักการศึกษา สรุปได้ว่า บุคคลที่มีความสามารถในการนำความรู้ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน คือบุคคลที่มีความสามารถในการนำความรู้ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาไปใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายคลึง หรือสถานการณ์ใหม่ ในชีวิตประจำวัน ทั้งในเรื่องของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการตัดสินใจในวิถีการดำเนินชีวิตในโลกที่เทคโนโลยีการสื่อสารกำลังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

3. ความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ดังนี้

ลิปปนนท์ เกตุทัต (2541) ได้ให้เหตุผลถึงความจำเป็นที่ต้องรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

(1) เป็นพื้นฐานของปัจจัย และความจำเป็นในการดำเนินชีวิต จะเห็นได้ว่าวิชาฟิสิกส์เป็นพื้นฐานของปัจจัยสี่ เช่น แสงเกี่ยวกับจุดสมดุลง่ายเป็นพื้นฐานการก่อสร้างอาคาร

(2) เป็นปัจจัยหลักเพิ่มเติมที่จะมีส่วนในการพัฒนาในปัจจุบัน และอนาคต ถ้าไม่รู้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก็เกือบจะไม่มีทางที่จะมีส่วนอยู่ในโลกนี้ได้ อย่างมีความสุข

(3) เป็นเรื่องราวของมนุษย์ และธรรมชาติ เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับการเป็นอยู่ของมนุษย์ซึ่งมนุษย์มีความสนใจ จึงสืบเสาะหาความรู้ ความสัมพันธ์ต่างๆ ตั้งแต่อนุภาคที่เล็กที่สุดในนิวเคลียสซึ่งเป็นแกนกลางของอะตอม จนถึงที่ใหญ่ที่สุดในเอกภพ เอกภพกำลังขยายหรือกำลังหด เกิดจากการระเบิด เมื่อประมาณหมื่นล้านปีหรือเปล่านั้น เป็นเรื่องของมนุษย์ที่มีความคิดและใฝ่ฝันอยากรู้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) ได้อธิบายว่าวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี มีความสัมพันธ์และพึ่งพาอาศัยกันวิทยาศาสตร์เป็นความรู้บริสุทธิ์เป็นหลักของความรู้ ส่วนเทคโนโลยีนั้น เป็นวิทยาศาสตร์ประยุกต์ใช้สำหรับปรับปรุงความเป็นอยู่ของมนุษย์ให้ดีขึ้นในทุกๆ ด้าน เทคโนโลยีจะเป็นสิ่งประดิษฐ์ หรือวิธีการที่ทำให้ของเดิมดีขึ้น

สำหรับความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม นั้น ภาท พิบูลย์ (2537 : 35) ได้กล่าวไว้ว่า

เป็นที่ทราบกันแล้วว่าวิทยาศาสตร์ใช้อธิบายความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ต่างๆ ส่วนเทคโนโลยีเป็นการนำความรู้วิทยาการต่างๆ ที่วิทยาศาสตร์ค้นพบมาใช้ให้เกิดประโยชน์ จะเห็นได้ว่า วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีอย่างยิ่ง กล่าวคือเทคโนโลยีสร้างความเป็นไปได้ใหม่ๆ ในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ก็เสริมความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทั้งสองประการเสริมกันให้งานปฏิบัติการต่างๆ ในสังคม

ให้เจริญก้าวหน้าเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในสังคม แต่เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ และสังคม การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้มนุษย์ในสังคมมีการพัฒนาไปด้วย มนุษย์สามารถเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ หลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น เมื่ออยู่ในสังคมที่มีการพัฒนาเจริญขึ้น นักวิทยาศาสตร์ก็จะแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ขั้นสูงขึ้นไปอีก และความต้องการของสังคมเองก็จะผลักดันให้นักวิทยาศาสตร์ต้องแสวงหาความรู้ใหม่ต่อไปไม่หยุดยั้ง เช่นเดียว กัน ความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีและสังคม เมื่อเทคโนโลยีพัฒนาขึ้นไป มีการสร้างสิ่งประดิษฐ์อำนวยความสะดวกต่างๆ ให้มนุษย์ในสังคม มนุษย์ในสังคมจะมีความเป็นอยู่ในการดำรงชีวิตสะดวกสบาย เศรษฐกิจดีขึ้น นักเทคโนโลยีในสังคมก็พยายามคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ๆ อีก และความต้องการของสังคมเอง ก็มีส่วนผลักดันให้นักเทคโนโลยี พยายามพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ต่อไปไม่หยุดยั้ง

จากคำกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง และส่งผลกระทบต่อสังคม ทั้งในทางสร้างสรรค์ และทำลาย ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการจัดการศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้ผลิตผลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม

จากแนวคิดของนักการศึกษา สรุปได้ว่า บุคคลที่มีความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม คือบุคคลที่มีความรู้ ความสำนึก และยอมรับว่าวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีอย่างใกล้ชิด และส่งผลกระทบต่อสังคมทั้งในด้านที่ทำให้เกิดประโยชน์ และด้านที่ทำให้เกิดปัญหาซึ่งความสำนึก และการยอมรับดังกล่าว เป็นผลมาจากการศึกษาในสถานการณ์จริงอย่างใกล้ชิด

4. ทักษะที่จำเป็นต่อการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Skills)

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (2000) กล่าวว่า ทักษะที่จำเป็นต่อการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของผู้มีลักษณะนิสัยทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1) การคำนวณและการประมาณค่า (Computation and Estimation)

ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณหาร หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรงหรือจากแหล่งอื่น ตัวเลขที่นำมาคำนวณนั้น จะต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกันตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงความต้องการ และชัดเจนยิ่งขึ้น

ตัวเลขที่นำมาคำนวณ โดยทั่วไปเป็นตัวเลขที่ได้จากเครื่องมือต่างๆ วัดหาปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งสิ่งที่ทำการวัด นั้นอาจเป็นความยาว น้ำหนัก ปริมาตรหรืออุณหภูมิ ค่าที่ได้จากการวัดอาจแสดงถึงความละเอียดของเครื่องมือ เช่น ตัวเลขที่รายงานผลจากการวัดที่มีเลขนัยสำคัญ เป็น 7.25 เซนติเมตร กับ 7.2 เซนติเมตร จะแสดงถึงตัวเลขจำนวนแรก

มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว ตัวเลขหลังมีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว และตัวเลขจำนวนแรกมีความคลาดเคลื่อนอันเป็นผลจากการคาดคะเน เท่ากับ 0.01 เซนติเมตร ตัวเลขจำนวนหลัง อาจคลาดเคลื่อนได้ถึงเท่ากับ 0.1 เซนติเมตร ตัวเลขทั้งสองมีความละเอียดแตกต่างกัน โดยตัวเลขจำนวนหลังมีความละเอียดแตกต่างกันน้อยกว่าตัวเลขจำนวนแรก ดังนั้น ในการนำตัวเลขทั้งสองจำนวน ซึ่งมีความละเอียดแตกต่างกันมาบวกหรือลบกัน ควรกระทำโดยยึดตัวเลขที่มีความละเอียดน้อยกว่าเป็นหลัก (ภพ เลหาไพบูลย์, 2537)

การประมาณค่า เป็นพฤติกรรมที่จะหาคำตอบได้ใกล้เคียงกับคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด ซึ่งบุคคลควรจะสามารถในการประมาณค่า ในเรื่องต่อไปนี้ เช่น ประมาณค่าความยาว และน้ำหนักของวัตถุภายในเวลาที่จำกัด ประมาณค่าระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากแผนที่ได้ หาขนาดของวัตถุ โดยใช้พื้นฐานการกำหนดมาตราส่วนได้ และความเป็นไปได้ของที่เกิดจากสถานการณ์ที่คุ้นเคย โดยมีพื้นฐานจากภูมิหลังที่มีมาก่อนหรือบนพื้นฐานจากจำนวนครั้งของผลที่อาจเป็นไปได้ เป็นต้น

2) การใช้ทักษะการจัดการ และการสังเกต (Manipulation and Observation)

ทักษะการจัดการเป็นทักษะทั่วไป ที่บุคคลจะใช้ในการจัดการกับเครื่องมือเครื่องใช้ และอุปกรณ์ภายในบ้านที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี สำหรับที่จะใช้เป็นส่วนหนึ่ง ของการสังเกตและการเก็บข้อมูลอย่างรอบคอบ ทักษะดังกล่าวเช่น ความสามารถในการบันทึกข้อมูลเพื่ออธิบายการสังเกตได้อย่างถูกต้องแม่นยำ การชี้ให้เห็นความแตกต่างของข้อมูลที่สังเกตได้จริงกับการลงความเห็น รวมไปถึงการใช้เครื่องมือในการวัดความยาว ขนาด น้ำหนัก เวลาและอุณหภูมิได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม หลังจากที่ได้เลือกเครื่องมือได้

ทักษะการสังเกต (Observation) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ด้วย เพราะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่สังเกตได้เป็นการอธิบาย หรือตีความหมายของสิ่งที่สังเกตได้ โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมรวมอยู่ด้วย ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต มี 3 ประการ คือ

(1) ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ และคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเกี่ยวกับ รูปร่าง กลิ่น รส เสียง การสัมผัส ซึ่งเป็นลักษณะหรือคุณสมบัติที่ยังไม่สามารถระบุออกเป็นตัวเลข แสดงเป็นปริมาณ หรือหน่วยวัดมาตรฐานได้

(2) ข้อมูลเชิงปริมาณเป็นข้อมูลบอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น มวล ขนาด อุณหภูมิ เป็นต้น อาจบอกโดยการกะประมาณและบอกหน่วยมาตรฐานไว้

(3) ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การปฏิสัมพันธ์ของสิ่งนั้นกับสิ่งอื่น เช่น เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งอื่นดังกล่าว จะช่วยให้การสังเกต

ครอบคลุมข้อมูลได้กว้างขวางยิ่งขึ้น ในการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์แต่ละครั้งนั้น ผู้สังเกตต้องพยายามสังเกตตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ควรสังเกตอย่างละเอียดถี่ถ้วน และสังเกตหลายๆ ครั้ง ควรใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าหนึ่งอย่างและให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ต้องไม่ใช้ระสับการณ์หรือ ความคิดเห็นส่วนตัวในการบรรยายสิ่งที่สังเกตได้ ถ้าเป็นไปได้ควรสังเกตให้ได้ข้อมูลจากการทดลอง เพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติของสิ่งที่สังเกต

3) ทักษะในการสื่อสาร (Communication Skills)

ทักษะการสื่อสาร หมายถึง การแสดงความคิด หรือแลกเปลี่ยนความรู้ และแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมหลากหลาย การสังเกต การทดลองการอ่านหรืออื่นๆ ซึ่งแสดงออกด้วยการพูด หรือการเขียนในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผล

การพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร ความรู้ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทุกระดับ ความสามารถในการสื่อสารเป็นคุณลักษณะที่ต้องฝึกซ้ำๆ เพื่อให้เกิดทักษะในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สามารถฝึกทักษะในการสื่อสารได้ดังต่อไปนี้

(1) การเล่าหรือการเขียนสรุปเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ ที่อ่านจากหนังสือพิมพ์ วารสาร หนังสือต่างๆ จากการดูโทรทัศน์ หรือการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต โดยการมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้า และนำมาเล่าหรือเขียนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการฝึกทักษะในการสื่อสารที่ดีวิธีหนึ่ง กิจกรรมนี้อาจใช้เวลาครั้งละ 10 นาที ก่อนที่จะมีการสอนปกติก็ได้ การเล่าเรื่องหรือการพูดทางวิทยาศาสตร์ เป็นการให้ข้อมูลข่าวสาร และแนวความคิดสำคัญทางวิทยาศาสตร์ที่มีเหตุผล

(2) การเขียนบันทึกสรุปการไปทัศนศึกษา หรือการศึกษาภาคสนาม ในโอกาสที่นักเรียนกลับมาจากทัศนศึกษาหรือศึกษาภาคสนามแล้ว ให้เขียนรายงานสรุปถึงความรู้ ความคิดในบางเรื่องที่ได้รับจากการไปทัศนศึกษาแต่ละครั้ง เช่น เมื่อพาไปชมสวนสัตว์เปิดที่เขาเขียว นักเรียนควรจะสามารถเขียนบรรยายสรุปเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทั่วไปในบริเวณสวนสัตว์ ลักษณะนิสัยของสัตว์ป่าบางชนิด รวมทั้งสภาพความเป็นอยู่ และข้อคิดเห็นที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมให้กับสัตว์ป่าเหล่านั้น หรือเมื่อไปศึกษาการบำบัดน้ำเสีย นักเรียนควรจะสามารถ เขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย และอธิบายหลักการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้

(3) การจัดแสดงผลงาน ในกรณีที่นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือโครงการอื่นๆ ควรกำหนดให้มีวันที่แน่นอน เพื่อจัดแสดงผลงานให้เพื่อนๆ ในชั้นเรียนหรือทั้งโรงเรียนได้ชม และถ้าเป็นไปได้ควรเชิญบุคคล ในชุมชนมาชมด้วย ไม่ควรถือว่าการจัดแสดงผลงานเป็นการประกวด ในการจัดแสดงผลงานนี้นักเรียนจะได้โอกาสออกแบบการจัดแสดงผลงาน

รวมทั้งการจัดการเพื่อให้งานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี นักเรียนจะต้องคัดเลือกส่วนที่สำคัญมานำเสนอในพื้นที่ที่กำหนด ซึ่งควรมีทั้งข้อความโดยสรุป และยกตัวอย่างชิ้นงานในการนำเสนอ ควรให้มีทั้งการนำเสนอด้วยวาจา และผลงาน

(4) การสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศคอมพิวเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยมนุษย์ในการทำงานได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ วิทยาการคอมพิวเตอร์จึงเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่เป็นรากฐานสำคัญต่อการพัฒนาความคิด และจินตนาการอันจะนำไปสู่การแปลงรูปจากจินตนาการมาเป็นชิ้นงานสร้างสรรค์ที่มีประโยชน์ ปัจจุบันสิ่งประดิษฐ์มากมาย ล้วนแล้วแต่มีส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์เข้าไปร่วมด้วย ทำให้ระบบการทำงานต่างๆ ได้รับการพัฒนาเข้าสู่ความเป็นอัตโนมัติมากขึ้น

ในการนำเสนองานทางวิทยาศาสตร์ อาจนำเสนอเป็นรายงานสรุป การเสนอแบบปากเปล่า หรือการจัดนิทรรศการ สิ่งที่น่าสนใจควรกล่าวในหัวข้อเรื่อง หรือประเด็นปัญหาจุดประสงค์ วิธีการ เครื่องมือที่ใช้ผลที่ได้จากการศึกษารวมทั้งข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะของนักเรียนเกี่ยวกับผลงานนั้น

1.4.3 การวัดความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยมีความสนใจในการวัดความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ 2 ด้าน คือ ด้านความเข้าใจในโมโนมิติ หลักการ กฎ ทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และทักษะที่จำเป็นต่อการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับต่ำควรได้รับการแก้ไขโดยเฉพาะในด้านความเข้าใจในโมโนมิติ หลักการ กฎ ทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และทักษะที่จำเป็นต่อการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ศกุนตลา โหมะชิตชัยวัฒน์, 2535) แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ยังไม่บรรลุจุดประสงค์หลักสูตรเท่าที่ควร ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจ ที่จะพัฒนาการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความรู้ต่อไป

1.5 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์

1.5.1 ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล

บรูเนอร์ และคณะ (Bruner, et al, 1965 : 32) และทาบ (Taba) ให้ความหมายของการคิดที่สอดคล้องกันว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างความคิดรวบยอด (Concept Formation) ด้วยการจำแนกความแตกต่างการจัดกลุ่ม และการกำหนดเรียกชื่อข้อความที่ได้รับ และเป็นกระบวนการที่ใช้แปรความหมายข้อมูลรวมถึงการสรุปอ้างอิง ด้วยการจำแนกรายละเอียด การเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับ และนำกฎเกณฑ์ต่างๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

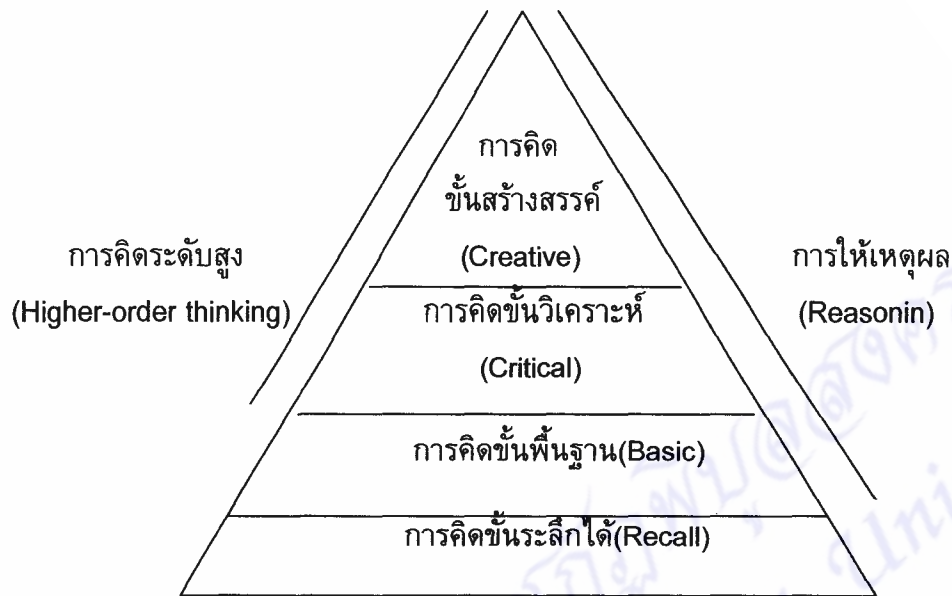
กิลฟอร์ด (Guilford, 1967 : 7) ให้ทัศนะว่า การคิดเป็นการค้นหาหลักการ โดยการแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับ แล้วทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุป อันเป็นหลักการของข้อความจริงๆ นั้น รวมถึงการนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิม

เพียเจต์ และอินเฮลเดอร์ (Piget and Inhelder, 1969 : 58) ให้ทรรศนะเกี่ยวกับการคิดไว้ว่า การคิดหมายถึงการกระทำสิ่งต่างๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคล เป็นกระบวนการคิดไว้ว่า การคิด หมายถึง การกระทำสิ่งต่างๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคล เป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือ เป็นกระบวนการปรับโครงสร้าง โดยการจัดสิ่งเข้าหรือข้อความที่ได้รับจริงให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ กับกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง โดยการปรับประสบการณ์เดิมให้เข้ากับความจริงที่รับรู้ใหม่ บุคคลใช้การคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกันเพื่อปรับความคิดของตนให้เข้าใจสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าวช่วยพัฒนาวิธีคิดของบุคคลจากระบบหนึ่งไปสู่การคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

ไอแซง และคณะ (Eysenck, et al, 1972 : 317) อธิบายว่า การคิดเป็นปฏิกริยาของมนุษย์ซึ่งช่วยให้แต่ละคนสามารถปรับตัวเข้ากับสังคมสิ่งแวดล้อมและยังช่วยให้แต่ละคนสามารถปรับตัวเข้ากับสังคมสิ่งแวดล้อม และยังช่วยให้แต่ละคนเกิดความพยายามและสัมฤทธิ์ผลในจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ดังนั้น การคิดจึงนำไปสู่การกระทำและการปรับตัวที่ดีขึ้นกว่าเก่า

คูลิค และรูดนิค (Krulik and Rudnick, 1993) ได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ชั้น คือ การคิดขั้นระลึก (Recall) จัดเป็นทักษะการคิดที่เป็นธรรมชาติเกือบเป็นอัตโนมัติ เป็นความสามารถในการคิดระลึกข้อเท็จจริง การคิดขั้นพื้นฐาน (Basic) เป็นความเข้าใจ ความรับผิดชอบอดเป็นประโยชน์นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน การคิดขั้นวิเคราะห์ (Critical) เป็นความคิดที่ใช้ในการตรวจเชื่อมโยงและประเมินลักษณะทั้งหมดของทางแก้ปัญหา ประกอบด้วย การจำ การเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อหาคำตอบที่มีเหตุผลได้ และการคิดขั้นสร้างสรรค์ (Creative) เป็นความคิดที่ซับซ้อน ความคิดระดับนี้เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่คิดหรือจินตนาการขึ้นเอง

ส่วนของการให้เหตุผลคูลิค และรูดนิค มองว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิด นอกเหนือ ไปจากการคิดขั้นระลึกได้ ดังแสดงให้เห็นในแผนภูมิ 3 ต่อไปนี้



แผนภูมิ 3 การพัฒนาความสามารถด้านการคิด (Krulik, 1993 : 3)

ครุสิก และรูตินิก อธิบายว่าการคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน แต่ละขั้นตอนที่แสดงในแผนภาพมีได้แยกจากกันทีเดียว เห็นว่า “การให้เหตุผล” เป็นส่วนที่รวมขั้นตอน ตั้งแต่ความคิดขั้นพื้นฐาน การคิดวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์ และสำหรับ การคิดในระดับสูง (Higher Order Thinking) เป็นการคิดที่อยู่ขั้นวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์

โอดาฟเฟอร์ (O'Daffer, 1990 : 378) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับการให้เหตุผล เช่นเดียวกับ ครุสิกและรูตินิก คือ การให้เหตุผลเป็นการคิดที่เกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผล และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด

คาร์พลัส (Karplus, 1977 : 170 - 177) ได้อธิบายการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กใน 2 ลักษณะ คือ ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม และขั้นปฏิบัติด้วยนามธรรม ไว้ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบรูปธรรม (Concrete Reasoning Pattern : C)

C₁ (Classification) สามารถจำแนกและรวบกลุ่มสิ่งของโดยอาศัยเกณฑ์คุณสมบัติของสิ่งเหล่านั้น เช่น บอกความแตกต่างของความเป็นกรดเป็นเบสได้ โดยการสังเกตกระดาษลิตมัสที่เปลี่ยนแปลง และมีความเข้าใจลักษณะที่เป็นตรรกศาสตร์ เช่น สุนัขเป็นสัตว์ แต่สัตว์ทุกตัวไม่ใช่สุนัขทั้งหมด

C₂ (Conservation) สามารถคิดอย่างมีเหตุผลเรื่องการอนุรักษ์ โดยปริมาตรของสารคงที่เมื่อไม่มีการนำมาเพิ่ม หรือเอาออกไป เช่น เมื่อเทน้ำออกจากถ้วยลงในกระบอกตวง ปริมาณของน้ำจากถ้วยในครั้งแรกเท่ากับปริมาตรของน้ำในกระบอกตวง

C₃ (Serial Ordering) สามารถจัดอันดับแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ จากการสังเกต คุณสมบัติและเริ่มใช้วิธีจับคู่ (One-to-one Correspondence) ระหว่างสิ่งของ

สองกลุ่ม เช่น สัตว์ขนาดเล็กมีจังหวะการเต้นของหัวใจ เร็วกว่าสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งการเต้นของหัวใจช้า

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม (Formal Reasoning Patterns:F)

F₁ (Theoretical Reasoning) สามารถจัดแบ่งกลุ่มที่ซับซ้อนมากขึ้น ใช้หลักตรรกศาสตร์ช่วยในการจัดอันดับและการคิดอย่างมีเหตุผล ไม่จำเป็นต้องอาศัยคุณสมบัติที่สังเกตได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง ห้า เช่น สามารถแยกปฏิกิริยาเคมี ระหว่าง Oxidation และ Reduction โดยใช้หลักการอนุรักษ์พลังงานนอกจากนี้ยังยอมรับข้อสมมติฐานใดๆ ที่ขัดแย้งกับตนเองได้

F₂ (Combinatorial Reasoning) สามารถใช้กฎเกณฑ์พิจารณาลักษณะของความคิดจากปัญหาต่างๆ เช่น สามารถเข้าใจลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงลักษณะปรากฏ ลักษณะแฝง ตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไป

F₃ (Functionally and Proportional Reasoning) อธิบาย และตีความของลักษณะหน้าที่ในลักษณะความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ เช่น อธิบายถึงอัตราเร็วของการแพร่กระจายโมเลกุลของสารผ่านเยื่อบางๆ เป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของน้ำหนักโมเลกุลของสารนั้น

F₄ (Control of Reasoning) มีความเข้าใจในความจำเป็นที่จะออกแบบทดลอง โดยการใช้การควบคุมตัวแปรอื่นๆ นอกจากตัวแปรที่ต้องการทดสอบเท่านั้น เช่น การออกแบบ การทดลองเพื่อทดสอบข้อเท็จจริงใน F₃

F₅ (Probability and Correlation Reasoning) สามารถตีความจากการสังเกตตัวแปรอื่นๆ ซึ่งแสดงผลที่ไม่ได้คาดหวังไว้ แต่ตีความเฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เท่านั้น

ตาราง 1 การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมและชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม

ชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม	ชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม
1. ต้องใช้การอ้างอิงจากการกระทำที่คล้ายคลึงกันจากวัตถุและจากคุณสมบัติที่สังเกตได้	1. สามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ความสัมพันธ์ คุณสมบัติทางนามธรรม ข้อเท็จจริงและทฤษฎี โดยใช้สัญลักษณ์แทนความคิด
2. สามารถให้เหตุผลตาม $C_1 - C_3$ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลตาม $F_1 - F_5$	2. สามารถให้เหตุผลตาม $F_1 - F_5$ ได้ดีพอๆ กับ $C_1 - C_3$
3. ในการปฏิบัติการที่ยู่ยาก ต้องการคำแนะนำที่เป็นลำดับขั้น	3. สามารถวางแผนเพื่อปฏิบัติการโศครอบคลุมถึงวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
4. มักไม่ใช้ความคิดของตนเองให้ความคิดเห็นที่ไม่แน่นอน ใช้ข้อสรุปหลายประเด็นหรือบางครั้งขัดแย้งกับข้อเท็จจริง	4. มีความรู้ ความเข้าใจและใช้ความคิดพิจารณาด้วยตนเอง ตรวจสอบทบทวนเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในผลสรุปซึ่งใช้ข้อมูลต่างๆ เป็นรากฐาน

ที่มา : Karplus, Robert. (1977) "Science Teaching and the Development of Reasoning",
Journal of Research in Science Teaching. 14 (2) : 169 - 175

นอกจากนี้ ซันด์ (Sund, 1976 : 48 - 58) ได้แสดงความคิดเห็นไว้ดังนี้ว่า เด็กที่มีอายุย่างเข้าสู่วัยรุ่น ความรู้สึกนึกคิด ความเข้าใจของเด็กวัยนี้ จะมีวิวัฒนาการเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่มากขึ้น เพียเจต์ เรียกลักษณะขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ของเด็กวัยนี้ว่าขั้นที่มีแนวคิดปฏิบัติการแบบนามธรรม (Formal Operation) ตรงกับช่วงวัยอายุประมาณ 11-15 ปี จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยของเพียเจต์ พบว่า รูปแบบการกระทำที่เป็นเหตุเป็นผลของเด็กเมื่อเข้าสู่วัยนี้เป็นระบบและใช้กระบวนการอย่างลับซับซ้อน เริ่มขยายวงจากสิ่งที่เป็นนามธรรม (Concrete Objects) โดยนำแนวคิดที่เป็นประสบการณ์เดิม ความคิดที่เป็นนามธรรมมาเป็นข้อมูลประกอบความคิดมากขึ้น จากพัฒนาการด้านความคิดดังกล่าว ทำให้เด็กในวัยนี้สามารถเผชิญกับปัญหาในรูปแบบต่างๆ โดยใช้การกระทำที่เป็นเหตุผล (Logical Operation) ได้

1.5.2 พัฒนาการทางการคิดอย่างมีเหตุผล

กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลอยู่ในขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กที่เข้าสู่การปฏิบัติการคิดค้นด้วยรูปธรรม (Concrete Operational Stage) เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ซึ่งนำไปสู่การคิดที่มีเหตุผลเชิงตรรก (Logical Thinking) ซึ่ง ดัซท์

(Deutsche) ได้กล่าวว่าการคิดของเด็กจะค่อยเป็นค่อยไป ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน จากการศึกษาที่มีเหตุผล โดยแท้จริงแล้วเด็กสามารถคิดอย่างมีเหตุผลได้ทุกระดับ เพียงแต่ว่าเด็กที่โตกว่ามีเหตุผลสูงกว่า (เดือนใจ ทองสาริต, 2531 : 38 - 40 อ้างจาก Donalson, 1983 : 231 - 256)

ในการศึกษาการคิดอย่างมีเหตุผล ควรมีความเข้าใจทฤษฎีพัฒนาการทางการคิดของเพียเจต์ และบรูเนอร์ ดังนี้

เพียเจต์ ได้แบ่งลำดับขั้นของพัฒนาการทางสติปัญญา ออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (Sensori-Motor Stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี พฤติกรรมของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนไหวเป็นส่วนใหญ่ เช่น การไขว่คว้า การเคลื่อนไหว การมอง การดูด ในวัยนี้เด็กแสดงออกเพื่อให้เห็นว่ามีสติปัญญา ด้วยการกระทำ เด็กสามารถแก้ปัญหาได้ แม้ว่าไม่สามารถอธิบายได้ด้วยคำพูด เด็กจะต้องมีโอกาสที่จะปะทะกับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเองซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาสติปัญญา และความคิด ในขั้นนี้ความคิด ความเข้าใจของเด็กก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เช่น สามารถประสานระหว่างกล้ามเนื้อมือและสายตา เด็กวัยนี้มักทำอะไรซ้ำๆ กันบ่อยๆ เป็นการเลียนแบบพยายามแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการ แต่กิจกรรมการคิดของเด็กวัยนี้ ส่วนใหญ่ยังคงอยู่เฉพาะสิ่งที่สามารถสัมผัสได้เท่านั้น

2. ขั้นปฏิบัติการคิด (Preoperational -Stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่ 2-7 ปี ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นย่อย คือ

2.1 ขั้นก่อนเกิดสัจกับ (Preconceptual Thought) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กอายุ 2-4 ปี เป็นช่วงที่เด็กเริ่มมีเหตุผลเกี่ยวโยงซึ่งกันและกัน แต่เหตุผลของเด็กวัยนี้ไม่มีขอบเขต เพราะเด็กยังคงยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง คือ ถือความคิดตนเองเป็นใหญ่ และมองไม่เห็นเหตุผลคนอื่นความคิดและเหตุผลของเด็กวัยนี้ จึงไม่ค่อยถูกต้องตามความจริงมากนัก นอกจากนี้ความเข้าใจต่อสิ่งต่างๆ ยังอยู่ในระดับเบื้องต้น เช่น เข้าใจว่าเด็กหญิงสองคนซึ่งเหมือนกัน จะมีทุกอย่างเหมือนกันหมด แสดงว่าความคิดรวบยอดของเด็กวัยนี้ไม่พัฒนาเต็มที่

2.2 ขั้นการคิดแบบญาณหยั่งรู้ นึกเอาเองโดยไม่ใช้เหตุผล (Intuitive Thought) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กอายุ 4-7 ปี ขั้นนี้เด็กจะเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รอบตัวดีขึ้น รู้จักแยกประเภทและรู้จักชิ้นส่วนของวัตถุ เข้าใจความหมายของจำนวนเลขเริ่มมีพัฒนาการเกี่ยวกับการอนุรักษ์ แต่ไม่ชัดเจน สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ โดยไม่คิดเตรียมล่วงหน้าไว้ก่อน รู้จักนำความรู้ในสิ่งหนึ่งไปอธิบายหรือแก้ปัญหาอื่น และสามารถหาเหตุผลต่างๆ ไปมาสรุปแก้ปัญหาโดยไม่วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วนเสียก่อน การคิดหาเหตุผลของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้หรือสัมผัสจากภายนอก

3. ขั้นปฏิบัติการคิดค้นด้านรูปธรรม (Concrete Operation Stage) ขั้นนี้เริ่มจากอายุ 7-11 ปี พัฒนาการทางด้านสติปัญญา และความคิดของเด็กวัยนี้สามารถสร้าง

กฎเกณฑ์และตั้งเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดล้อมออกเป็นหมวดหมู่ได้ เด็กวัยนี้สามารถที่จะเข้าใจเหตุ รู้จักแก้ปัญหา สิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ สามารถเข้าใจเรื่องความคงตัวของสิ่งต่างๆ โดยที่เด็กเข้าใจว่าของแข็งหรือของเหลวจำนวนหนึ่งแม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างไปก็ยังคงมีน้ำหนักหรือปริมาตรเท่าเดิม สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ส่วนรวม ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้คือ ความสามารถในการคิดย้อนกลับ นอกจากความสามารถในการจำของเด็ก ในช่วงนี้ประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถจัดกลุ่มหรือจัดการได้อย่างสมบูรณ์ สามารถสนทนากับบุคคลอื่น และเข้าใจความคิดของคนอื่นได้ดี

4. ขั้นปฏิบัติการคิดด้วยนามธรรม (Formal Operational Stage) ขั้นนี้เริ่มจากอายุ 11-15 ปี ในขั้นนี้พัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้เป็นขั้นสุดยอดคือ เด็กในวัยนี้เริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ความคิดแบบเด็กสิ้นสุดลง เด็กสามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ สามารถตั้งสมมติฐาน และทฤษฎี และเห็นว่าความเป็นจริงที่เห็น ด้วยการรับรู้ที่สำคัญเท่ากับความคิดกับสิ่งที่อาจเป็นไปได้ เด็กวัยนี้มีความคิดนอกเหนือไปกว่าสิ่งปัจจุบัน สนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่าง และมีความพอใจที่คิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีตัวตนหรือสิ่งที่เป็นนามธรรม (พรรณี ช. เจนจิต, 2538 : 87 - 91)



แผนภูมิ 4 แสดงลำดับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา

1.5.3 แนวทางในการส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผล

การสอนให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล นักการศึกษาได้พยายามกำหนดทักษะการคิดเห็นว่าจำเป็น และเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผลว่า ควรมีลักษณะ

เช่นไรและใช้รูปแบบการฝึกอย่างไรจึงทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะนั้น เกี่ยวกับทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลนี้ ลิพแมน จาคอป และโคลแมน (Lipman Jacobs and Coleman) ได้กำหนดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลที่ต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในระดับมหาวิทยาลัยไว้ ดังนี้

1. ทักษะการสร้าง ความคิดรวบยอด ซึ่งประกอบด้วยทักษะในการค้นหา การจัดกลุ่ม การจัดประเภท การให้คำนิยาม การจัดเรียงลำดับ การใช้เกณฑ์ยกตัวอย่าง และการขยายความ

2. ทักษะในการสร้างความสัมพันธ์ประกอบด้วยทักษะในการจำแนกความเหมือนความแตกต่าง โดยการใช้หลักการทางตรรกะวิทยา และข้อมูลประกอบด้วยทักษะในการพิจารณา และสร้างระบบความสัมพันธ์

3. ทักษะในการใช้เหตุผลจากกฎเกณฑ์ต่างๆ เช่น ความจริงตามนิยาม

4. ทักษะในการสรุปอ้างอิง อย่างเป็นแบบแผน ทั้งเป็นการสรุปจากเงื่อนไขตลอดจนสรุปอย่างไม่มีแบบแผน

5. ทักษะในการสร้างเหตุหลายๆ ทาง โดยการพิจารณาหลายมิติ หรือพิจารณาย้อนกลับ

6. ทักษะในการสร้างความเข้าใจ เกี่ยวกับความคิดเห็นและกรอบทฤษฎี

7. ทักษะในการสร้างหลักการเชิงเหตุ และเชิงผล ได้แก่ ทักษะในการสร้างคำถาม การให้เหตุผล การสร้างข้อตกลงเบื้องต้น และการหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ เพื่อนำไปสู่ข้อยุติ

8. ทักษะในการสร้างทฤษฎี

ความสามารถด้านการคิดอย่างมีเหตุผลสามารถส่งเสริมได้ถ้าจัดประสบการณ์การเรียนรู้หรือวิธีการสอน อย่างเหมาะสม มีนักศึกษาหลายท่านได้สร้างรูปแบบหรือโปรแกรมการสอนโดยมีทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล บางทักษะเป็นเป้าหมายของการสอนตามรูปแบบนั้นๆ ซึ่ง นิคเคอร์สัน (Nickerson) ได้สรุปรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลที่เป็นอยู่ในปัจจุบันออกเป็น 5 กลุ่ม ส่วนใหญ่เน้นทักษะพื้นฐานความสามารถด้านการใช้เหตุผล คือ ความสามารถในการจัดประเภท การจัดเรียงลำดับ การเปรียบเทียบ การเรียบเรียง และการสรุปอ้างอิง รายละเอียดการจัดการสอนแต่ละกลุ่มดังนี้ (สมเจตน์ ไวยาการณ์, 2530 : 20 อ้างจาก Nickerson, 1984 : 29 - 35)

1. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางการกระบวนการคิด (Cognitive Process Approches) กลุ่มนี้ข้อตกลงไว้ว่า ความสามารถในการคิดนั้นขึ้นอยู่กับกระบวนการคิดพื้นฐานบางประการ เช่นการเปรียบเทียบ การจัดลำดับ การจำแนกประเภท การอ้างอิงและการทำนาย กระบวนการขั้นพื้นฐานเป็นการคิดอย่างเป็นระบบเหตุผล ซึ่งนำไปประยุกต์ประจำวันได้

2. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวยุทธศาสตร์การคิด โปรแกรมนี้มุ่งเน้นเกี่ยวกับกลวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแนวทางนำไปสู่เป้าหมายที่เชื่อว่ามีโอกาส

ประสบผลสำเร็จสูง โปรแกรมนี้มักพบในงานวิจัยด้านจิตวิทยาที่เกี่ยวกับการคิด โดยเฉพาะในด้านการแก้ปัญหาหรือในงานวิจัยที่เกี่ยวกับเซวาร์ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)

3. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางเกี่ยวกับการพัฒนาการ ของการคิดตาม ทักษะของเพียเจต์ (Formal Thing or Stage Development) โปรแกรมนี้สร้างขึ้นตามแนวทัศนะ จากการศึกษาเฉพาะด้าน และลักษณะที่เป็นรูปธรรมให้สามารถคิดในแนวกว้าง และคิดในสิ่งที่เป็ นนามธรรมได้ ซึ่งเป็นพัฒนาการในระดับการใช้เหตุผลเชิงตรรกะวิทยาได้

4. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นแนวทางของการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (Language and Symbol Manipulation) โปรแกรมนี้มีความเชื่อว่า การเขียนที่มีประสิทธิภาพนั้น เป็น กิจกรรมที่มีแบบแผนที่สามารถในการแสดงความคิดออกมาให้ชัดเจน และมีความ ต่อเนื่อง ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้จำเป็นต้องมีการวางแผน ตลอดจนกำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อ นำไปสู่เป้าหมาย โดยมีการแบ่งออกเป็นส่วนๆ หรือเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการฝึกทักษะ การคิดอย่างมีเหตุผล ด้านการสังเคราะห์ข้อความ โดยใช้การเขียนเป็นวิธีการแสดงความคิด ออกมา เป็นเครื่องมือการพัฒนา

5. กลุ่มโปรแกรมที่ยึดการคิดเป็นเนื้อหาของ การฝึก หรือโปรแกรมที่ ใช้แนวทางของการคิด เกี่ยวกับการคิด ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดของตนเองให้ดีขึ้น เพราะผู้เรียนจะรู้ถึงสิ่งที่เป็ นความคิดของตนเอง รู้ว่าตนเองกำลังคิดอะไร และต้องการรู้ อะไร อันเป็นแนวทางที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองในขณะที่ ทำการคิดกลุ่มนี้มุ่งที่พัฒนาการคิดของผู้เรียนให้ถึงขีดสูงสุดตามศักยภาพที่ผู้เรียนมีอยู่โดยให้ ผู้เรียนได้ทำการวางแผนการคิดเป็นขั้นตอน เพื่อเป็นกรอบในการตรวจสอบว่าตนเองมักมี ข้อผิดพลาดในขั้นตอนใด

กลุ่มโปรแกรมฝึก 5 กลุ่มนี้ เท่าที่จัดการสอนในโรงเรียนสามารถจำแนกได้ เป็น 2 ลักษณะ คือ (สมเจตน์ ไวยากรณ์, 2530 : 24)

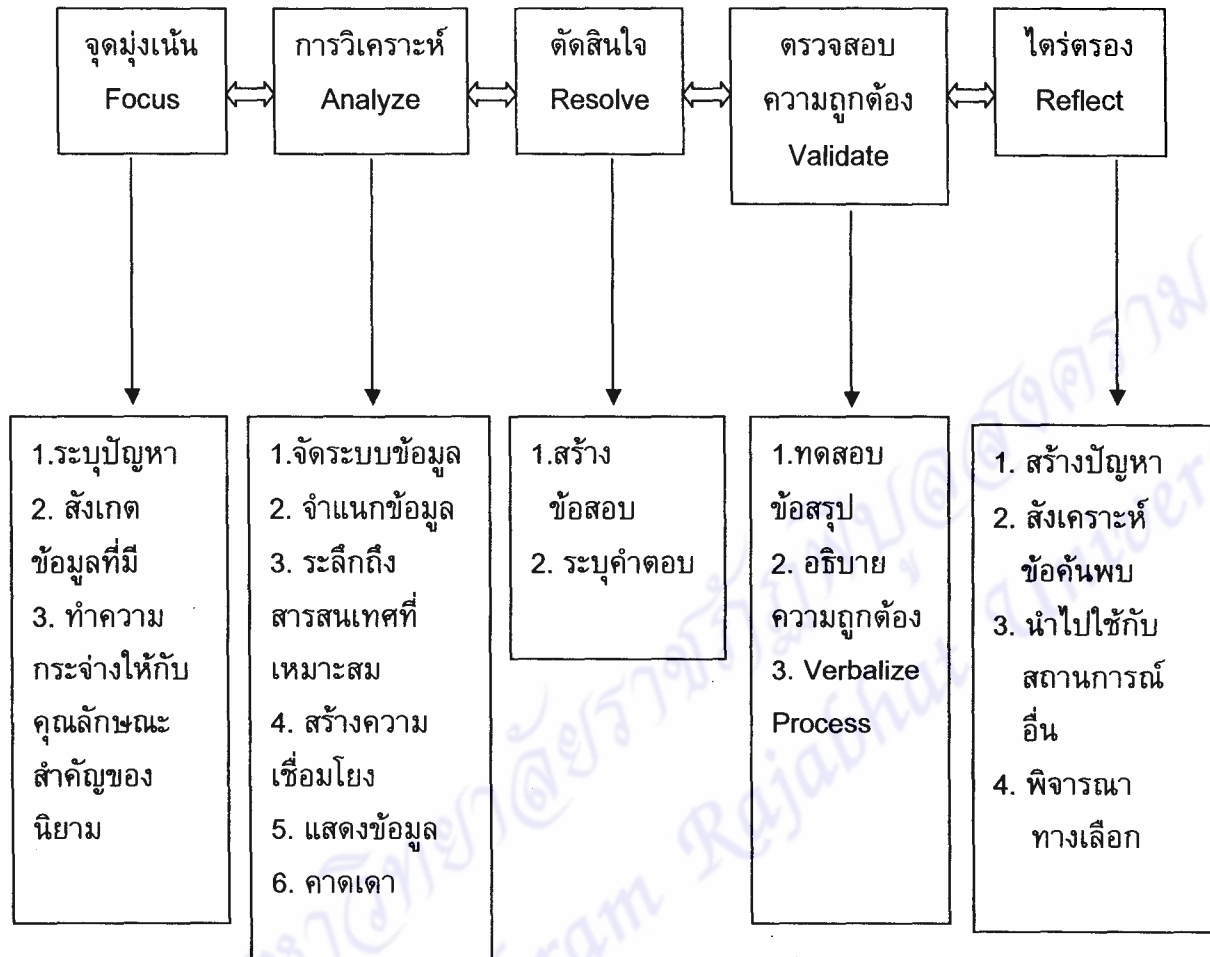
1. เป็นโปรแกรมเฉพาะทาง ซึ่งเป็นโปรแกรมการสอนทักษะการคิด โดยเฉพาะ ได้แก่กลุ่มโปรแกรมที่ใช้กระบวนการคิดแนวทาง

2. เป็นโปรแกรมที่เสริมสร้างทักษะการคิด โดยใช้เนื้อหาวิชาในหลักสูตร ปกติเป็นสื่อในการพัฒนาการคิด ได้แก่ กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวยุทธศาสตร์การคิด กลุ่ม โปรแกรมที่เน้นในแนวทางเกี่ยวกับพัฒนาการของการคิดตามทักษะของเพียเจต์ กลุ่มโปรแกรม ที่เน้นในแนวทางการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ และกลุ่มโปรแกรมที่ใช้แนวทางของการคิดเกี่ยวกับการ คิด

สรุปว่าแนวคิดแต่ละกลุ่มมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ทุกกลุ่ม เพียงแต่ใช้วิธีการและทักษะการคิดบางทักษะแตกต่างกัน

1.5.4 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์

บุญชู ชลัษเฐียร (2539 : 2) การสอนความมีเหตุผลเป็นรากฐานของสิ่งที่บุคคลกระทำกิจกรรมทุกกิจกรรมที่เกิดจากความคิดจะประกอบด้วยเหตุผลบางประการ ทุกสิ่งที่บุคคลกระทำเป็นผลจากการสรุปจากกระบวนการของเหตุผล (Reasoning - Process) ฉะนั้นการพัฒนาทักษะการใช้เหตุผลต้องเป็นเป้าหมายแรกของครูทุกคนในทุกห้องเรียนครูต้องใช้โอกาสทุกสถานการณ์ในชั้นเรียน ในการสนับสนุนการใช้เหตุผลของผู้เรียน การแก้ปัญหาในชั้นเรียนถือเป็นกิจกรรม และเป็นเครื่องมือที่ดีเลิศซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถด้านเหตุผล ทั้งการแก้ปัญหา และความสามารถด้านเหตุผลเป็นทักษะเชิงกระบวนการ (Process Skills) และการคิดไม่อาจเกิดขึ้นได้โดยปราศจากสิ่งที่ต้องคิด การฝึกการใช้เหตุผลต้องถูกนำไปใช้กับสถานการณ์เฉพาะที่ซึ่งผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงได้เช่นเดียวกับไซซ์เวอร์ (Schiever, 1991 : 138) ที่กล่าวว่า ความคิดเป็นสิ่งที่เรียนรู้ได้ และสามารถพัฒนาการเรียนรู้ไปได้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ใช้การฝึกประสบการณ์ในการหาคำตอบด้วยตนเอง (Heuristic Thinking) พัฒนาทักษะไปใช้แก้ปัญหา และใช้หาเหตุผลที่จำเป็นในชีวิตประจำวัน การพัฒนาความสามารถด้านการคิดเป็นมโนคติของนักการศึกษาของไทย และต่างประเทศให้ความสนใจมาก การศึกษาวิจัยเรื่องเกี่ยวกับกระบวนการคิด จึงเป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างยิ่งดังที่ ประเวศ วะสี (2539 : 1 - 50) กล่าวว่า การสอนพัฒนาความสามารถด้านการคิดเป็นการค้นพบทางการศึกษาที่ยิ่งใหญ่ในทศวรรษที่ 21 เพราะเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้คิด คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ รู้จักใช้เหตุผลในการคิดเป็น แก้ปัญหาได้ด้วยตนเองในระบบกลุ่ม เพราะในการปรับตัวในชีวิต ผู้เรียนต้องพบกับความเปลี่ยนแปลงของสังคม สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย สิ่งที่ได้รับถ่ายทอดจากครูนั้น อาจเป็นสิ่งที่ล้าหลังใช้การไม่ได้ แต่การเรียนที่พัฒนาความสามารถในการคิดเป็นสิ่งที่ติดตัวผู้เรียนไป คือ วิธีคิด กระบวนการคิด กระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้กลายเป็นลักษณะนิสัย ของผู้เรียนนำไปสู่การพัฒนาตนเอง และสังคมประเทศชาติต่อไป



แผนภูมิ 5 ยุทธศาสตร์ของการให้เหตุผล

<p>I. <u>ยุทธวิธีความคิด (Thinking Strategies) จะรวมปฏิบัติการที่ซับซ้อน</u></p>		
<p>การแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <ol style="list-style-type: none"> ระบุปัญหา อธิบาย ทำความกระจ่างกับปัญหา สร้าง/เลือกแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน ประเมินทางแก้ปัญหา 	<p>การตัดสินใจ (Decision Making)</p> <ol style="list-style-type: none"> นิยาม เป้าหมาย ระบุทางเลือก วิเคราะห์ทางเลือก จัดอันดับทางเลือก พิจารณาจัดตำแหน่ง ทางเลือกลำดับสูงสุด เลือกทางเลือกที่ดีที่สุด 	<p>การสร้างความคิดรวบยอด (Conceptualization)</p> <ol style="list-style-type: none"> ระบุตัวอย่าง ระบุลักษณะสำคัญ จำแนกลักษณะสำคัญ สร้างความสัมพันธ์ ระหว่างคุณลักษณะ ระบุตัวอย่างและไม่ใช่ ตัวอย่างเพิ่มเติม ปรับความคิดรวบยอด และโครงสร้างของคุณลักษณะ
<p>II. <u>ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ</u> (Critical Thinking Skills) ไม่ใช่กระบวนการในความหมาย ที่เกี่ยวกับยุทธวิธี แต่เป็นปฏิบัติการทางสมองที่ใช้ในการกำหนด คุณค่าหรือความถูกต้องของสิ่งบางสิ่ง คล้ายกับ สิ่งที่อยู่ภายในซึ่งนำการใช้หรือการปฏิบัติได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> จำแนกความแตกต่างระหว่างความจริงที่สามารถ ตรวจสอบได้ และคุณค่าการกล่าวอ้าง จำแนกความเกี่ยวข้องจากข้อมูลที่ไม่สอดคล้องข้ออ้าง หรือเหตุผล กำหนดความแม่นยำของข้อคำถาม กำหนดความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ระบุความกำกวมของข้ออ้างหรือการอ้างเหตุผล ระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่ได้กำหนดไว้ ตรวจสอบความลำเอียง ระบุการอ้างเหตุที่ผิดหลัก Recognizing Logical Inconsistencies in Line of Reasoning กำหนดความแกร่งของการอ้างเหตุผลหรือข้ออ้าง 	<p>III. <u>ทักษะการประมวลข้อมูล</u> (Information Processing Skills) เป็นปฏิบัติการขั้นพื้นฐานที่สุด ของการคิดแต่ละทักษะจะค่อนข้าง ง่ายไม่ซับซ้อนในรูปของวิธี การ ทักษะเหล่านี้จะถูกใช้ซ้ำ ในรูปแบบที่ต่างกัน เพื่อ ความสำเร็จของยุทธศาสตร์ที่ ที่ซับซ้อนกว่าศาสตร์ 1 ระดับ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> การระลึกได้ การแปลความหมาย การตีความ การขยายความ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ (เปรียบเทียบ ความตรงกันข้าม จำแนก ลำดับ) การสังเคราะห์ การประเมิน การใช้เหตุผล(การอ้างเหตุผล) <ol style="list-style-type: none"> อุปมาน (Inductive) อนุมาน (Deductive) การอุปมา (Analogies) 	

การพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถด้านเหตุผล รู้จักใช้เหตุผลเชิงวิเคราะห์ มีวิจารณญาณ รู้จักตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และไตร่ตรอง จึงเป็นเรื่องที่นักการศึกษา ทั้งไทยและต่างประเทศให้ความสนใจ ที่จะพัฒนาแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผล จนเป็นที่ยอมรับและรู้จักอย่างแพร่หลาย จากการศึกษาทฤษฎี และแนวคิดของบุคคลต่าง ๆ นำมาพัฒนาความสามารถในด้านการใช้เหตุผล (Reasoning Ability) เช่น ศูนย์บริการทดสอบทางการศึกษา (Educational Testing Service : ETS) ที่เรียกว่า แบบทดสอบ GRE (Graduate Record Examination Board) เป็นแบบวัดความสามารถเชิงวิเคราะห์ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล ที่สร้างขึ้นในรูปแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. เหตุผลด้านวิเคราะห์ (Analytical Reasoning : AR)
2. การวิเคราะห์คำอธิบาย (Analysis of Explanation : AX)
3. ความเห็นตรงกันข้าม (Contrasting Views : CV)
4. เหตุผลเชิงตรรก (Logical Reasoning : LR)
5. เหตุผลทางตรรกเกี่ยวกับจำนวน (Numerical Logical Reasoning : NLR)
6. การระบุรูปแบบ (Pattern Identification : PI)

ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ ที่กล่าวถึงเป็นความสามารถในการคิดพิจารณาถึงความคิดเห็นเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่างๆ โดยการค้นพบทำความเข้าใจวินิจฉัย สร้างข้อสรุป ที่ถูกต้อง สอดคล้องกับหลักการและเหตุผล

ตาราง 2 โครงสร้างและทักษะย่อยที่ต้องการวัด

ทักษะย่อย	พฤติกรรมบ่งชี้
1. ความสามารถในการสร้าง และใช้ความคิดรวบยอด	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบุตัวอย่าง หลักฐาน 2. ระบุลักษณะสำคัญ <ol style="list-style-type: none"> 2.1 การจัดกลุ่ม 2.2 การหาหลักการ 2.3 การหาลักษณะที่คล้ายคลึง
2. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ และโยงความสัมพันธ์	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีความรู้ ความเข้าใจในระบบ และความหมาย 2. จำแนกความเหมือน-ต่าง 3. ใช้หลักการของเหตุ-ผล 4. การระบุความสำคัญหลักฐาน 5. คาดเดาเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น
3. ความสามารถใช้เกณฑ์ในการพิจารณา	<ol style="list-style-type: none"> 1. ความถูกต้องแม่นยำ 2. ความจริง 3. ความคงเส้นคงวา 4. ความสมบูรณ์ 5. ความสอดคล้องอย่างสมเหตุสมผล 6. ความน่าเชื่อถือ/เชื่อถือได้ 7. ความเป็นไปได้ 8. ความมีเหตุผล 9. ความมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด
4. ความสามารถในการสร้างข้อสรุป	<ol style="list-style-type: none"> 1. การคาดคะเน หรือสร้างสมมติฐาน 2. การสร้างข้อตกลงเบื้องต้น 3. การเชื่อมโยงความคิด 4. การลงความเห็น
5. ความสามารถในการตัดสินใจ และประเมินปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. การสร้างข้อเสนอ 2. การเปรียบเทียบคุณค่า 3. การวินิจฉัยคุณค่า 4. เลือกตัดสินใจ 5. เลือกทางเลือกในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

จากตารางโครงสร้าง และทักษะย่อยที่ต้องการวัดในแต่ละชนิดของข้อคำถามมีคุณลักษณะและทักษะย่อยที่ต้องการวัด ดังนี้

1. เหตุผลด้านวิเคราะห์ (Analytical Reasoning : AR) หมายถึง การนำเสนอสถานการณ์ ประเมินทักษะการใช้หลัก และกฎ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป โดยพิจารณาจากเงื่อนไขที่ให้ทักษะย่อยที่ถือว่าข้อคำถามชนิดนี้สามารถวัดได้ ได้แก่ ทักษะย่อยที่ 1, 3, 4 และ 5

2. การวิเคราะห์คำอธิบาย (Analysis of Explanation : AX) หมายถึง การกำหนดเรื่องราวสถานการณ์ ความสามารถในการสร้างข้อสรุป และสร้างทางเลือกที่เป็นไปได้ถูกต้อง ทักษะย่อยที่ถือว่า ข้อคำถามชนิดนี้สามารถวัดได้ ได้แก่ ทักษะย่อยที่ 2, 3, 4 และ 5

3. ความเห็นตรงกันข้าม (Contrasting Views : CV) หมายถึง การพิจารณาในการจับความสำคัญสำคัญของความเห็น แสดงความเห็นวิจารณ์ ทักษะย่อยที่ถือว่า ข้อคำถามชนิดนี้สามารถวัดได้ ได้แก่ ทักษะย่อยที่ 1, 2 และ 5

4. เหตุผลเชิงตรรก (Logical Reasoning : LR) หมายถึง การใช้เหตุผลอย่างมีวิจยารณญาณอ้างเหตุผล วิเคราะห์ข้อมูลหลักฐาน เพื่อลงข้อสรุปหรือตัดสินใจได้ทักษะย่อยที่ถือว่าข้อคำถามชนิดนี้สามารถวัดได้ ได้แก่ ทักษะย่อยที่ 1, 2, 3 และ 5

5. เหตุผลทางตรรกเกี่ยวกับจำนวน (Numerical Logical Reasoning : NLR) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานเหตุผลทางตัวเลข เพื่อแก้ปัญหาจากข้อค้นพบที่นำเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ หรือกราฟ ทักษะย่อยที่ถือว่าข้อคำถามชนิดนี้สามารถวัดได้ ได้แก่ ทักษะย่อยที่ 2, 3, 4 และ 5

6. การระบุรูปแบบ (Pattern Identification : PI) หมายถึง การพิจารณารูปแบบลำดับของจำนวนที่ใช้กฎเช่นเดียวกับคำถาม ทักษะย่อยที่ถือว่าข้อคำถามชนิดนี้สามารถวัดได้ ได้แก่ ทักษะย่อยที่ 1, 2, 3 และ 4

ผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษา รูปแบบ โครงสร้างทักษะย่อย และนำไปปรับสร้างเป็นแบบทดสอบ วัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พลังงาน โดยใช้ชนิดข้อคำถามแบบวิเคราะห์ คำอธิบาย (Analysis of Explanation : AX) และ เหตุผลเชิงตรรก (Logical Reasoning : LR) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากทักษะย่อยแล้ว ชนิดข้อคำถามทั้งสองแบบสามารถวัดได้ครอบคลุมทักษะย่อยทั้งหมดได้

ตาราง 3 การสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ	การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
<p>1. การสำรวจมโนทัศน์เดิม เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อจูงใจให้ผู้เรียนแสดงมโนทัศน์ที่เป็นความรู้ ความเชื่อของผู้เรียนที่มีอยู่เดิมเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ มโนทัศน์เดิมของผู้เรียนอาจเป็นความรู้ ความเข้าใจที่ยังไม่สมบูรณ์ หรือเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน</p> <p>2. การสร้างความขัดแย้งทางความคิด เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจท้าทายมโนทัศน์เดิมของผู้เรียน กิจกรรมในขั้นตอนนี้ทำให้ผู้เรียนไม่แน่ใจเกิดความสงสัยในความรู้ ความเข้าใจ ความเชื่อเดิมของตน โดยครูใช้เทคนิคการถามคำถาม การสาธิตการทดลอง การสำรวจ การใช้สื่อต่างๆ การใช้ของจริง</p> <p>3. การค้นหาคำตอบ เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนดำเนินการค้นคว้า สำรวจ ทดลอง เพื่อลดความขัดแย้งทางความคิด พิสูจน์มโนทัศน์เดิมและตอบข้อสงสัยของผู้เรียน</p> <p>4. การสร้างความเข้าใจส่วนสาธารณะ เป็นกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนอภิปราย และสรุปข้อค้นพบวิธีดำเนินการทำงานภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม โดยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ อภิปราย ชักถาม ในประเด็นที่มีความขัดแย้งกับเพื่อน ครูและบุคคลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้</p> <p>5. การสร้างความหมายส่วนบุคคล เป็นกิจกรรม เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนทำความเข้าใจ สร้างความหมายให้กับข้อค้นพบและวิธีการค้นหาคำตอบโดยให้ผู้เรียนพิจารณา ไตร่ตรองด้วยตนเอง</p> <p>6. การนำความรู้ไปใช้ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ วิธีสอนหรือเทคนิคที่ครูสามารถนำมาใช้ได้ เช่น การถามคำถาม การทำโครงการ</p>	<p>1. ขั้นสร้างความสนใจ หรือ “Engage” เป็นขั้นของการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดอาการอยากเรียนและสนใจ</p> <p>2. ขั้นสำรวจและค้นหา หรือ “Explore” เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมต่างๆ ในการสำรวจ นักเรียนสำรวจและค้นหาและสร้างแนวความคิดที่ได้มาจากประสบการณ์ของนักเรียนเอง และกำหนดปรากฏการณ์ที่ได้จากการสำรวจโดยการสร้างคำพูดเป็นของตนเอง ผู้เรียนมีเวลาและโอกาสที่จะพูดคุยกับนักเรียนคนอื่นๆ</p> <p>3. ขั้นอธิบาย หรือ “Explain” เป็นขั้นที่ได้มาจากการศึกษาค้นคว้าซึ่งผู้เรียนได้ดำเนินการมาแล้ว นักเรียนสามารถกำหนดแนวความคิดรวบยอด ตามความเข้าใจของนักเรียนเอง โดยผ่านประสบการณ์และความรู้เดิมของนักเรียนที่มีอยู่</p> <p>4. ขั้นขยายความรู้ หรือ “Extend” นักเรียนสามารถค้นคว้ารายละเอียดในสิ่งที่ต้องการศึกษา และสำรวจตรวจสอบได้มากขึ้น ตลอดจนมีการใช้ทักษะต่างๆ และมีการอธิบายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น</p> <p>5. ขั้นประเมินผล หรือ “Evaluate” เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้รับผลสะท้อนย้อนกลับ (Feedback) จากประสบการณ์และความเข้าใจของนักเรียน</p>

ตาราง 4 โครงสร้างและทักษะที่ต้องการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์

ชนิดข้อความ	ทักษะ	พฤติกรรมบ่งชี้
1. เหตุผลเชิงตรรก (Logical Reasoning : LR)	ความสามารถในการสร้างและใช้ ความคิดรวบยอด	1. ระบุตัวอย่าง
2. การวิเคราะห์คำอธิบาย (Analysis of Explanation : AX) และเหตุผลเชิงตรรก (Logical Reasoning : LR)	ความสามารถในการมองเห็น ความสัมพันธ์และโยง ความสัมพันธ์	2. มีความรู้และเข้าใจ ความหมาย และ คาดเดาส่ิงที่เกิดขึ้น
3. การวิเคราะห์คำอธิบาย (Analysis of Explanation : AX) และเหตุผลเชิงตรรก (Logical Reasoning : LR)	ความสามารถในการใช้เกณฑ์ใน การพิจารณา	3. ความมีเหตุผล
4. การวิเคราะห์คำอธิบาย (Analysis of Explanation : AX)	ความสามารถในการสร้างข้อสรุป	4. การลงความเห็น
5. การวิเคราะห์คำอธิบาย (Analysis of Explanation : AX) และเหตุผลเชิงตรรก (Logical Reasoning : LR)	ความสามารถในการตัดสินใจและ ประเมินปัญหา	5. เลือกตัดสินใจ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

2.1.1 งานวิจัยในประเทศ

ไพจิตร สดวกการ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 145 คน แบ่งกลุ่มทดลอง 75 คน และกลุ่มควบคุม 70 คน พบว่า

1. นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนปกติ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและต่ำ

2. ขนาดของความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มาจากการสอนด้วยระบบการสอนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น และการสอนตามปกติ ในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำใหญ่กว่าขนาดของความแตกต่างในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง

3. นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง และปานกลางที่ได้รับการสอนด้วยระบบการสอนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น และที่ได้รับการสอนตามปกติในความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น มีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ สูงกว่า นักเรียนระดับเดียวกัน ที่ได้รับการสอนตามปกติ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 .001 และ .05 ตามลำดับ

สาคร ธรรมศักดิ์ (2541 : บทคัดย่อ) ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบร่วมมือกับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบร่วมมือ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของ

นักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถ ในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หนึ่งนุช กาพภักดี (2542 : บทคัดย่อ) เป็นการเปรียบเทียบความสามารถ ในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้รับการ สอนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับนักเรียน ที่ได้รับ การสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.1.2 งานวิจัยต่างประเทศ

คอนราดน์ (Conrad, 1996 : 158 - A) ได้ทำการวิจัยถึงทดลองกับนักเรียน เกรด 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนมีทักษะในการคิด คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ จากวิธีการศึกษาอย่างมีอิสระ จากการสังเกต สืบถาม ตั้งคำถาม ค้นหา เปลี่ยนแปลงความรู้ โดยผู้เรียนแสดงความสนใจ สิ่งที่ได้เรียนรู้ตาม วิธีการทางวิทยาศาสตร์

บูลลอค (Builock, 1996 : 611 - A) ได้ศึกษาเพื่อประเมินประสิทธิภาพ ผลของการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ของครูคณิตศาสตร์ในระดับ ประถมศึกษา และเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนได้รับ การสอนตามแนวทฤษฎีดังกล่าว มีเจตคติในทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ พบว่าการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ส่งผลให้ผู้เรียน มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น อยู่ในระดับที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้เรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้มีทักษะในการคิด และมีเจตคติ ที่ดีต่อการเรียนการสอน จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจ นำการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มาใช้ในการ เรียนการสอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์

2.2.1 งานวิจัยในประเทศ

ศกุนตลา โหมษิตชัยวัฒน์ (2535) ได้ศึกษาความรู้ ความสามารถพื้นฐาน ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มโรงเรียนกรมสามัญศึกษาในเขต กรุงเทพมหานครกลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2534 จากกลุ่มโรงเรียนกรมสามัญศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มที่ 2 จำนวน 750 คน เครื่องมือ ที่ใช้เป็นแบบวัดความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งมื องค์ประกอบ 5 ด้าน คือ ด้านความเข้าใจในมโนคติ หลักการ กฎ ทฤษฎีพื้นฐานทาง วิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการแสวงหาความรู้ ด้านความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์ ด้านเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และด้านความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชาย และนักเรียนหญิงในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนหญิงมีความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชาย และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 มีความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนชาย และนักเรียนหญิงระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนองค์ประกอบของความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ด้านความเข้าใจในโมเมนต์ หลักการกฎ ทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ ด้านทักษะการแสวงหาความรู้อยู่ในระดับต่ำ ด้านเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ด้านความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมอยู่ในระดับสูง

อนุวัฒน์ ฉินสูงเนิน (2539) ได้ศึกษาความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในด้านความเข้าใจในสิ่งแวดล้อม ด้านการใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล ในการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อที่จะเข้าใจสิ่งแวดล้อม ด้านการมีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์และเปรียบเทียบความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 3,000 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดความเข้าใจในสิ่งแวดล้อม แบบวัดการใช้กระบวนการคิดหาเหตุผลในการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อที่จะเข้าใจสิ่งแวดล้อม แบบวัดการมีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์และแบบวัดการนำความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ประโยชน์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนเป็นรายคู่

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความเข้าใจในสิ่งแวดล้อม อยู่ในช่วงคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ ด้านการใช้กระบวนการคิดหาเหตุผลในการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อที่จะเข้าใจสิ่งแวดล้อม อยู่ในช่วงคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ ด้านการมีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วงคะแนนดี และด้านการนำความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ อยู่ในช่วงคะแนนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนขนาดใหญ่ มีความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสูงกว่านักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นขนาดเล็ก

จากงานวิจัยในประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจความรู้ ความสามารถ พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ความรู้ ความสามารถ พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนั้นยังอยู่ในระดับต่ำ ควรได้รับการแก้ไข โดยเฉพาะในด้านความเข้าใจในโมเมนต์ หลักการ กฎ และทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการแสวงหาความรู้ แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังไม่บรรลุจุดประสงค์ของหลักสูตรเท่าที่ควร ดังนั้นควรเป็นหน้าที่ของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ที่หาหนทางพัฒนาการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

2.2.2 งานวิจัยต่างประเทศ

แรนดี้ (Randy Lee, 1999) ได้ศึกษาถึงความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการตัดสินใจในประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้ร่วมวิจัยเป็นอาสาสมัคร ที่มีมาจากมหาวิทยาลัยต่างๆ ที่ได้รับแบบสอบถามและได้รับการสัมภาษณ์ จำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้วัดประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 15 ข้อ ที่มีลักษณะคำถามปลายเปิด และเป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับการตัดสินใจ ประกอบด้วยเนื้อหาที่แตกต่างกัน 4 เรื่อง ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่พัฒนาขึ้นเพื่อวัดการตัดสินใจ ผู้ร่วมวิจัยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลจากการตอบคำถามในแบบสอบถาม และการสัมภาษณ์ จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบ กลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งสองกลุ่ม ในด้านกระบวนการตัดสินใจ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ และกลวิธีในการตัดสินใจ

ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างกระบวนการตัดสินใจของทั้งสองกลุ่ม แม้ว่าทั้งสองกลุ่มจะมีความแตกต่างกัน ในมุมมองของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลของผู้ร่วมวิจัยไม่ได้มาจากข้อคิดเห็นที่ได้จากการอภิปรายร่วมกัน การบ่งชี้ปัจจัย และการให้เหตุผลต่างๆ ไปที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจนั้น ผู้ร่วมวิจัยทั้งสองกลุ่มใช้พื้นฐานการตัดสินใจมาจากค่านิยม ส่วนบุคคล ศีลธรรม จริยธรรม และความสนใจทางสังคม ส่วนในเรื่องของความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผู้ร่วมวิจัยกลุ่ม B มีการรับรู้ในเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่ม A ผู้ร่วมวิจัยทั้งหมดเห็นว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ภาพที่เด่นในการตัดสินใจของกลุ่ม ข้อค้นพบนี้จะแตกต่างจากสมมติฐานเบื้องต้นของชุมชนวิทยาศาสตร์ และความพยายาม ในการปฏิรูปในปัจจุบัน และการเรียกร้องให้มีการตรวจสอบเป้าประสงค์ของธรรมชาติของการสอนวิทยาศาสตร์อีกครั้ง

ฟาร์ว เอ็ด เอล คาลิค เบล และ ลีเดอร์แมน (Fouad – Aed – El - Khalick & Bell & Lederman, 1998) ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดการรับรู้ มโนคติธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS) ไปสู่การวางแผนการสอนและการนำไปปฏิบัติในชั้นเรียนของครูก่อนประจำการ ผู้ร่วมวิจัยคือ ครูวิทยาศาสตร์ก่อนประจำการที่มีประสบการณ์จากการสอนวิทยาศาสตร์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามปลายเปิด ที่ออกแบบมาเพื่อวัดการรับรู้

NOS ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตครูวิทยาศาสตร์ก่อนปฏิบัติการสอน จากการสอนในชั้นเรียน การมีส่วนร่วมในการวางแผนการสอน เทปบันทึกภาพการสอนในชั้นเรียน แฟ้มสะสมงาน และการเป็นที่ปรึกษาสำหรับนักเรียน และหลังจากนั้นผู้ร่วมวิจัยก็ทำการตอบแบบสอบถาม และให้สัมภาษณ์ถึงความถูกต้องในการตอบแบบสอบถาม และการบ่งชี้ถึงปัจจัย หรือสิ่งที่มีส่วนสำคัญต่อการถ่ายทอดการรับรู้โนเมติ NOS ไปสู่การสอนในชั้นเรียน

ผลการวิจัยพบว่า ผู้ร่วมวิจัยมีความเข้าใจในลักษณะความสำคัญของ NOS ในด้านความเป็นประจักษ์และความเป็นจริงชั่วคราวของ NOS ข้อแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นและบทบาทของความคิด เป็นเอกนัยและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และพบว่าผู้สอนไม่ค่อยมีการนำเอา NOS เข้าไปสู่การวางแผนการสอนและการนำไปปฏิบัติในชั้นเรียน คือ ผู้สอนเห็นว่า NOS มีความสำคัญน้อยกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความยุ่งยากในการจัดการในชั้นเรียน และงานที่ต้องทำในแต่ละวันมีปริมาณมาก ขาดแหล่งข้อมูล และประสบการณ์ในการสอน NOS ขาดการร่วมมือระหว่างครูด้วยกัน และขาดการวางแผนการใช้เวลาในการสอน

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์

2.3.1 งานวิจัยในประเทศ

สุภานันท์ เสถียรศรี (2536 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิดกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมในการคิด กับที่เรียนตามคู่มือครูแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียน โดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิดหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิชุดา งามอักษร (2541 : 104) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าเฉลี่ยของคะแนน ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

2.3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

จากการศึกษาของผู้วิจัย พบว่า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลมีทั้งในสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระ

การเรียนรู้คณิตศาสตร์ และในลักษณะอื่นๆ เพื่อให้เห็นภาพรวมของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยขอเสนองานวิจัยที่สำคัญๆ ดังนี้

เนลสัน (Nelson, 1973 : 97) ได้ทำการศึกษาโดยใช้ครูสองคน ที่สอนโดยวิธีสอนสองแบบกับนักเรียนเกรด 6 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องหนึ่งสอนโดยการกระตุ้นให้คิด อีกห้องหนึ่งสอนไม่ได้กระตุ้นให้คิด โดยสอนสัปดาห์ละ 3 วัน 36 คาบเรียน ทั้ง 2 ห้องเรียน ได้รับการสอนแบบทดลองเหมือนกันแต่ในตอนอภิปรายหลังการทดลองห้องที่ใช้วิธีการสอนโดยไม่กระตุ้นให้คิด ครูใช้คำถามระดับต่ำ ส่วนอีกห้องที่ใช้วิธีสอนกระตุ้นให้คิด ครูใช้คำถามระดับสูง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบไม่กระตุ้นให้คิด มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าพวกที่สอนโดยกระตุ้นให้คิด ส่วนนักเรียนที่สอนโดยวิธีกระตุ้นให้คิดมีการเพิ่มปริมาณและคุณภาพด้านการสังเกต และการสรุปอ้างอิงมากกว่าพวกที่สอนด้วยวิธีไม่กระตุ้นให้คิด

เรย์ (Ray, 1979 : 3220 - A) ได้วิจัยเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามระดับต่ำ คำถามระดับสูง ในการสอนวิชาเคมีที่มีความมีเหตุผลเชิงนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 2 กลุ่มๆ ละ 54 คน โดยจัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนกันหมด กลุ่ม 1 สอนด้วยคำถามระดับสูง (คำถามชั้นความเข้าใจขั้น การนำไปใช้ขั้นวิเคราะห์และขั้นการประเมินค่า) อีกกลุ่มหนึ่งสอนด้วยคำถามระดับต่ำ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่ม ที่สอนด้วยคำถาม ระดับสูงสามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบ ในเรื่องของความเหตุผลเชิงนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผลได้มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

รีด (Reed, 1999 : 4039 - A) ได้ศึกษาผลการจำลองการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ในการวิเคราะห์เอกสารจากแหล่งต่างๆ รวมทั้งการแปลความหมายการให้เหตุผลและการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณในการศึกษาวิชาประวัติศาสตร์ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการคิดเชิงประวัติศาสตร์ของนักศึกษา และการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณพัฒนาได้ดีขึ้นภายใน 1 ภาคการศึกษา
2. ความรู้ในเรื่องประวัติศาสตร์พัฒนาดีขึ้นเมื่อได้รับการฝึกฝนการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ
3. เพศและวัยไม่ได้มีบทบาทสำคัญใดๆ ในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ

จากการศึกษางานวิจัยพอสรุปได้ว่า ผู้เรียนจะมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เมื่อจัดสถานการณ์ที่กระตุ้นใช้คำถามให้คิด เพื่อให้เกิดทักษะในด้านการสังเกต การสรุปวิเคราะห์อ้างอิง อย่างสมเหตุสมผล มาเป็นกิจกรรมในการฝึก สร้างกระบวนการคิดแก่ผู้เรียน เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดี

3. กรอบความคิดในการวิจัย

เพื่อให้มีแนวทางในการวิจัย ผู้วิจัยจึงได้กำหนดกรอบแนวความคิดในการวิจัย เพื่อพัฒนาความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟ กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เพียเจต์ เป็นผู้บุกเบิกคนสำคัญของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยแนวคิดของเพียเจต์ถือเป็นรากฐานหลักของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ว่า ผู้เรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์ของผู้เรียนเอง และกระบวนการในการสร้างความรู้ เป็นการกระทำของผู้เรียนเองทั้งหมด

