

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 หลักการเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์

ตอนที่ 2 สาระสำคัญเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตอนที่ 3 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถในการคิดเพื่อหาข้อสรุปในการแก้ปัญหา

ตอนที่ 4 หลักในการพัฒนาโปรแกรม

ตอนที่ 5 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์

สาระสำคัญทั้ง 5 ตอน จะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการสร้างความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อีกทั้งเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผลการวิจัย

ตอนที่ 1 หลักการเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์

1. ความหมายของการเรียนรู้

Piaget (1967 อ้างถึงใน McCown and Roop ,1992) นักจิตวิทยาชาวสวิส ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ (learning) หมายถึง กระบวนการในการสร้างความรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และมีการจัดกระทำกับประสบการณ์ที่ซับซ้อนต่างๆ ในโครงสร้างทางสติปัญญาตามพัฒนาการของแต่ละบุคคล

Kohler (1976 อ้างถึงใน โยธิน ศันสนยุทธ และคณะ , 2533) นักจิตวิทยาชาวเยอรมันกล่าวว่า การเรียนรู้ หมายถึง การหยั่งเห็น (insight) ถึงวิธีการในการแก้ปัญหาหรือข้อสงสัยต่างๆ และการหยั่งเห็นที่เกิดขึ้นต้องอาศัยประสบการณ์เดิมที่มีมาก่อนเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

Papert (1993) ผู้พัฒนาทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสต์ (Constructionism) กล่าวว่า การเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการในการสร้างหรือทำสิ่งต่างๆ (making thing) ด้วยตนเองและสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นเป็นความคิดใหม่ (ideas) และเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิดต่อไปอีกเป็นวงจรรายอย่างต่อเนื่อง มีลักษณะเป็นการพัฒนาและการแก้ปัญหาต่างๆ ไปพร้อมกัน

การเรียนรู้ที่ถูกต้องและมีคุณค่าจะต้องเป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่มีความเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ต่างๆ ที่ผู้เรียนสามารถจะนำไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตได้เป็นอย่างดี และความรู้ในเรื่องเนื้อหาวิชาการ (content) ก็ไม่ได้สิ้นสุดอยู่ที่ความรู้ ความจำที่ระลึกได้เท่านั้น แต่ความรู้ที่ได้เล่าเรียนนั้นจะต้องเป็นสิ่งที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้ ดังนั้น การจัดการเรียนการสอน นอกจากจะเป็นกระบวนการพัฒนาการคิด เพื่อให้ นักเรียนสามารถคิดและแก้ปัญหาที่ตนประสบได้ สาระในการเรียนรู้ก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในการปรับพฤติกรรมของนักเรียนให้เกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ได้ (วิชัย ดิสสระ , 2535 :80)

นอกจากนี้ Mednick (อ้างถึงใน อารี พันธุ์มณี, 2542) ได้กล่าวว่า โดยทั่วไปแล้วการเรียนรู้มีลักษณะดังต่อไปนี้คือ

1. การเรียนรู้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม
2. การเรียนรู้เป็นผลจากการฝึกฝน
3. การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ค่อนข้างถาวรจนเป็นนิสัย
4. การเรียนรู้ไม่อาจสังเกตได้โดยตรง แต่ทราบได้จากผลของการเรียนรู้

ดังนั้นกล่าวโดยสรุป การเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจากเดิมไปสู่พฤติกรรมใหม่ที่ค่อนข้างถาวร ซึ่งพฤติกรรมใหม่นี้เป็นผลมาการสร้างหรือกระทำบางสิ่งบางอย่าง และสิ่งนั้นเป็นความคิดใหม่ (ideas) และเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิดต่อไป ซึ่งมีลักษณะเป็นการได้เผชิญปัญหาและเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาให้ได้ ดังนั้นการเรียนรู้จึงมิได้เป็นผลมาจากการตอบสนองตามธรรมชาติหรือสัญชาตญาณ

2. องค์ประกอบในการเรียนรู้

ในการส่งเสริมการเรียนรู้จำเป็นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยสิ่งต่างๆ ดังนี้ (Dollard and Miller อ้างถึงใน สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต, 2541)

2.1 แรงขับ (drive) เกิดขึ้นเมื่ออินทรีย์ขาดสมดุลเช่น ขาดอาหาร ขาดน้ำ ขาดการพักผ่อน ฯลฯ ภาวะเหล่านี้จะกระตุ้นให้อินทรีย์แสดงพฤติกรรมเพื่อปรับให้อินทรีย์อยู่ในสภาพสมดุลอย่างเดิม แรงขับมีอยู่ 2 ประเภทคือ

2.1.1 แรงขับพื้นฐาน (primary drive) เกิดเนื่องจากความต้องการที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตเป็นความต้องการทางร่างกายที่เกิดขึ้นพร้อมๆ กับการมีชีวิตของคน

2.1.2 แรงขับที่เกิดจากการเรียนรู้ (secondary drive) เกิดขึ้นภายหลังเป็นความต้องการทางสังคม เช่น ความรัก ฐานะทางสังคม ความมั่นคงปลอดภัย

2.2 สิ่งเร้า (stimulus) เป็นสิ่งที่จะกระตุ้นให้อินทรีย์แสดงกิจกรรมได้ตอบสนองออกมา เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมตอบสนองของร่างกาย

2.3 การตอบสนอง (response) เป็นพฤติกรรมหรือกิจกรรมที่อินทรีย์แสดงออกเมื่อมีสิ่งเร้าไปเร้า

2.4 การเสริมแรง (reinforcement) เป็นการทำให้สิ่งเร้าและการตอบสนองมีความสัมพันธ์กันมากยิ่งขึ้น เช่นเมื่อนักเรียนสามารถสร้างหรือทำบางสิ่งบางอย่างได้ ครูควรกล่าวชื่นชมในความพากเพียรของนักเรียน การเสริมแรงทำให้เกิดความอยากเรียนในคราวต่อไป

นอกจากองค์ประกอบในด้านต่างๆ ดังกล่าว การคำนึงถึงระดับอายุกับพัฒนาทางในการเรียนรู้หรือพัฒนาการทางสติปัญญาเป็นสิ่งที่สัมพันธ์กันดังที่ Piaget (1993 อ้างถึงใน Ormrod , 1995) ได้กล่าวถึงขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ไว้ดังนี้ คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นการเคลื่อนไหวสัมผัส (sensorimotor level) อายุประมาณ 0 - 2 ปี เด็กวัยนี้เรียนรู้จากการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและประสาทสัมผัส พัฒนาการในขั้นนี้จึง

สำคัญมากเพราะเป็นช่วงที่เด็กก่อโครงสร้างผ่านทางความคิด และเป็นจุดเชื่อมต่อไปสู่การรับรู้ และพัฒนาการด้านสติปัญญาในภายหลัง

ขั้นที่ 2 ขั้นก่อนปฏิบัติการ (preoperational level) อายุประมาณ 2 - 7 ปี
เด็กในขั้นนี้ความคิดขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 ระยะก่อนเกิดความคิดรวบยอด (preoperation thought) เป็นระยะที่เด็กสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งสองสิ่ง แต่เป็นความคิดจากสิ่งหนึ่งไปยังอีกสิ่งหนึ่งและยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง ลักษณะสำคัญของสติปัญญาในระยะนี้คือ การพัฒนาสติปัญญาด้านสัญลักษณ์ เช่น การรับรู้ภาษา การเริ่มมีความฝัน และการเล่นที่เป็นสัญลักษณ์

ระยะที่ 2 เป็นระยะการคิดแบบญาณหยั่งรู้ (intuitive thought) เด็กจะเริ่มเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รู้จักจำแนกระหว่างถ้อยคำ สัญลักษณ์และสิ่งของ

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการแบบรูปธรรม (concrete operation) อายุประมาณ 7-11 ปี
เด็กในวัยนี้สามารถใช้สติปัญญาในการแก้ปัญหา สามารถสร้างกฎเกณฑ์ สามารถเข้าใจเหตุผลและเข้าใจเรื่องของการคงตัวของสิ่งต่างๆ แม้ว่าวัตถุที่เรามองเห็นจะเปลี่ยนไปในลักษณะกลางๆ แต่น้ำหนักหรือจำนวนจะยังคงอยู่ เด็กในวัยนี้จะสามารถสร้างภาพในใจ สามารถคิดย้อนกลับได้ ในแง่สังคม เด็กสามารถพิจารณาความคิดของบุคคลอื่นได้

ขั้นที่ 4 ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (formal operation) อายุประมาณ 11 ปี - วัยผู้ใหญ่ เป็นขั้นสุดยอดของพัฒนาการด้านสติปัญญา ลักษณะสำคัญคือผู้อยู่ในวัยนี้สามารถที่จะคิดถึงสิ่งที่เป็นนามธรรม คิดหาเหตุผลได้นอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถตั้งสมมติฐานและทฤษฎี และเห็นว่าความจริงที่รับรู้ไม่ได้สำคัญเท่าสิ่งที่อาจเป็นไปได้

3. การเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์

การเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ มีลักษณะดังนี้คือ

3.1 หลักการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์

คอนสตรัคชันนิสต์ เป็นคำที่ใช้เรียกแนวคิดของกลุ่มที่มีกรอบคิดเช่นเดียวกับ Papert (1993) และคณะจากสถาบันเทคโนโลยีแห่งมลรัฐแมสซาชูเซตส์ สหรัฐอเมริกา หรือ M.I.T (Massachusetts Institute of Technology) ซึ่งเป็นกลุ่มผู้ที่พัฒนาทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสต์ขึ้น ที่มีแนวคิดที่ว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง แต่เพิ่มเติมต่อไปอีกว่าในการสร้างความรู้นั้นจะได้ผลดีขึ้นเมื่อผู้เรียนได้ลงมือสร้างสิ่งที่ปรากฏให้เห็นได้หรือนำไปสู่การแลกเปลี่ยนกันได้ ซึ่งจะทำให้สามารถทดสอบได้ว่าการคิดของเราเองถูกต้องหรือไม่

มาน้อยเพียงใด และสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นก็จะกลายเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการปรับเปลี่ยนความคิดต่อไปอีก เป็นวงจรที่ต่อเนื่อง เสริมรับซึ่งกันและกันไปไม่มีที่สิ้นสุด

Papert (1993) ได้ให้ความสนใจกับลักษณะการเรียนรู้ของเด็กจากการที่เขาได้เคยร่วมงานกับ Piaget ที่เมืองเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ในช่วงปลายทศวรรษที่ 1950-1960 ทำให้เขาได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ของเด็กในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน และได้กล่าวว่า การเรียนที่ทำให้มีกำลังทางความคิด (powerful ideas) มากที่สุด จะเกิดเมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างสิ่งที่มีความหมายต่อตนเอง สร้างสิ่งที่นักเรียนชอบและสนใจไม่มีใครบงการหรือกำหนดไว้ว่าสิ่งใดคือสิ่งที่มีความหมายของอีกคนหนึ่ง การที่นักเรียนได้มีโอกาสเลือกที่จะสร้างอะไรได้มากเท่าใด จะทำให้นักเรียนเต็มใจที่จะทำงานนั้นและต้องการมีส่วนร่วมในการทำงานนั้น

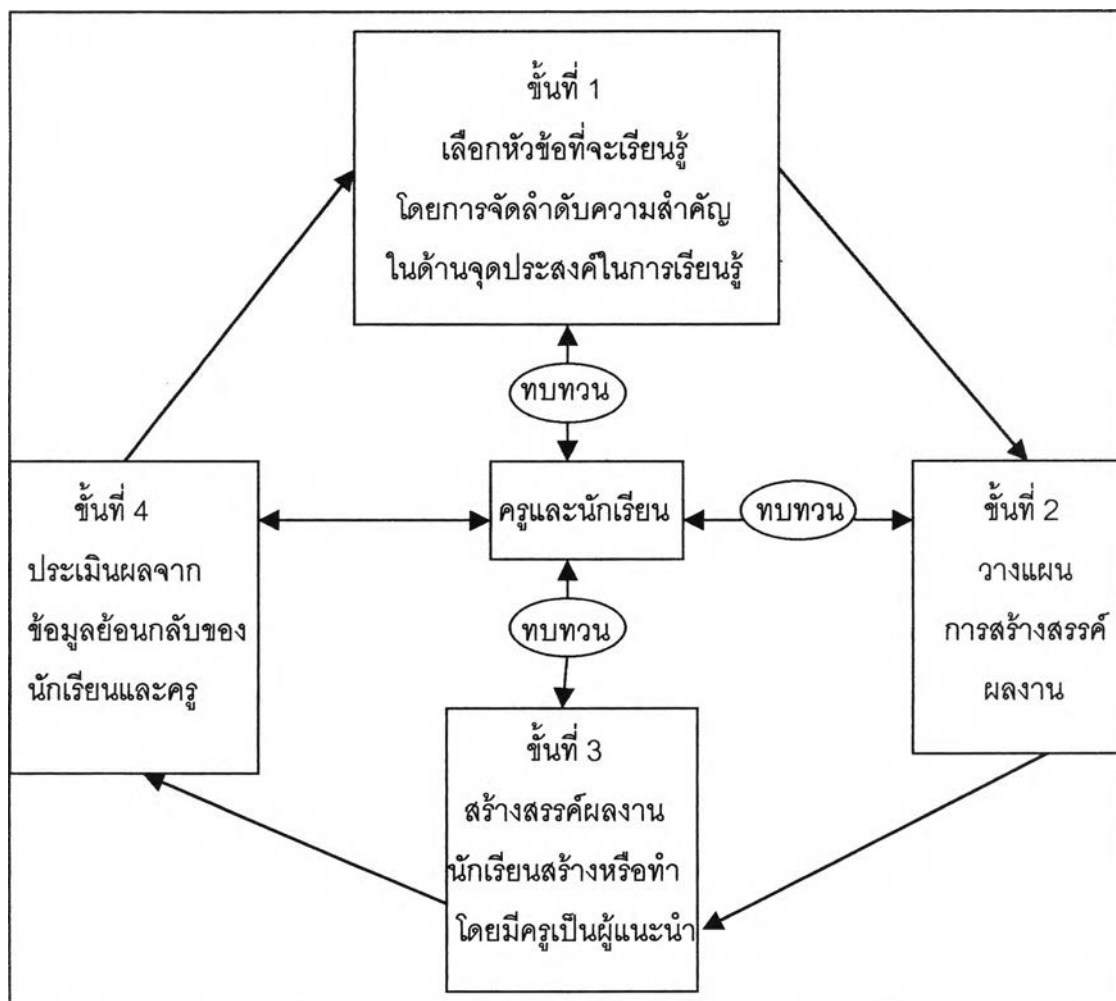
แนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์เชื่อว่าความรู้เกิดจากการสร้างขึ้นด้วยตัวเด็ก ดังนั้น การศึกษาจึงประกอบไปด้วยการจัดโอกาสให้เด็กได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมสร้างสรรค์ที่เป็นเสมือนเชื้อเพลิงที่นำไปสู่กระบวนการสร้างผลผลิตที่มีความหมายต่อตัวเอง โดยมีจุดเน้นที่ต่างกับ ทฤษฎีการศึกษาอื่นที่เน้นให้ความสำคัญกับศิลปะการสอนของครู (art of teaching) แต่แนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ให้ความสำคัญกับศิลปะการเรียนรู้ของเด็ก (art of learning) และเชื่อว่าเด็กสามารถเรียนรู้ที่จะรู้สิ่งต่างๆ จากแนวทางที่หลากหลาย (Kafai and Resnick, 1996 : 2-8)

นอกจากนี้ Papert (1993) ยังได้อธิบายถึงที่มาของแนวคิดนี้ว่า เกิดขึ้นเพื่อสื่อความหมายของคำสองคำ คำแรกคือคำว่า "คอนสตรัคติวิซึม" (Constructivism) ซึ่งเป็นทฤษฎีทางการศึกษาที่พัฒนาขึ้นโดย Piaget มีลักษณะเป็นการเรียนรู้ทางพุทธิปัญญา (cognitive learning) และกล่าวถึงกระบวนการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ตามพัฒนาการทางความคิดและการเรียนรู้ของผู้เรียน ส่วนคำที่สองคือ "construction set" หรืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการสร้างสิ่งต่างๆ ขึ้นมา ดังนั้น คำว่า "คอนสตรัคชันนิสต์" จึงหมายถึง ทฤษฎีการศึกษาที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการเรียนรู้จากการสร้างหรือทำสิ่งต่างๆ ด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยมีลักษณะเป็นการสร้างความรู้ 2 ส่วนคือ เมื่อเด็กสร้างบางสิ่งบางอย่างออกมาเป็นชิ้นงานต่างๆ เด็กสร้างความรู้ใหม่ (ideas)

ดังนั้นความแตกต่างของทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสต์กับทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ในทัศนะของ Papert จึงอยู่ในกรอบคิดที่ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสต์ นั้นได้รวมเอาความเชื่อเรื่องผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองของ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เข้าไว้แล้วและเพิ่มส่วนที่เป็น การแสดงความรู้ออกมาให้ปรากฏโดยการสร้างสิ่งที่เห็นได้ แลกเปลี่ยนได้ แล้วใช้เป็นเป้าหมายสำหรับการคิดใหม่สร้างใหม่ดำเนินการเป็นกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ไม่หยุดอยู่ที่การสำเร็จการศึกษาเท่านั้น

การเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ เน้นการสร้างความรู้หรือความคิด (ideas) ด้วยการสร้างหรือทำบางสิ่งบางอย่าง (making things) ของผู้เรียนที่ไม่เป็นเพียงผู้รับข้อมูลแต่เป็นผู้พยายามสร้างข้อมูลนั้นด้วยตนเอง รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ นำเสนอในแผนภูมิที่ 1 ดังนี้

แผนภูมิที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์



ที่มา: Shaw , 1996. *Constructionism in practice*. หน้า 201.

จะเห็นได้ว่ารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ ให้ความสำคัญกับการทบทวนเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้และพยายามที่จะแสดงให้เห็นว่า องค์ความรู้ที่จะได้รับนั้น ได้จากการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จากการสร้างหรือทำบางสิ่งบางอย่าง ทำให้เราได้ข้อค้นพบที่พัฒนามาเป็นความรู้อันเกิดจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Shaw, 1996)

3.2 ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์

ชยอนันต์ สมุทวณิช (2542) กล่าวว่า การให้เด็กเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้หมายถึง การเปิดโอกาสให้เด็กได้แสวงหาและค้นพบสิ่งที่เขาไม่เคยรู้มาก่อนด้วยตัวเอง เพื่อที่เขาจะได้มีนิสัยความเคยชินที่จะหาความรู้ด้วยตนเองตลอดไป แม้จะออกจากโรงเรียนหรือมหาวิทยาลัยไปแล้วก็ตาม หากระบบการศึกษามีส่วนสร้างนิสัย การรู้จักที่จะเรียนรู้ต่อไปเรื่อยๆ ระบบการศึกษาก็จะมีบทบาทสำคัญในการก่อให้เกิด " สังคมความรู้ " (knowledge society) ได้ ซึ่งสังคมความรู้เป็นสังคมที่ความรู้ไม่ได้กระจุกอยู่ ณ ที่ใดที่หนึ่ง หากกระจายตัวอยู่ทั่วทุกส่วนของสังคม วิถีชีวิตของคนในสังคมก็จะเป็นวิถีชีวิตที่ใฝ่รู้ "สังคมความรู้" ก็เกิดขึ้น สังคมใดที่ตระหนักในการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ สังคมนั้นก็จะตามสังคมอื่นทัน สังคมในอนาคตจะไม่วัดกันจากอัตราการรู้หนังสือ (literacy rate) แต่จะวัดจากอัตราการรู้คิด (mental literacy rate) และอัตราการรู้จักเรียนรู้ด้วยตนเองของคนในสังคม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Papert (1990 อ้างถึงใน สุชิน เพชรวิทย์, 2542) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ เน้นการให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางในการดำเนินการเรียนรู้ในสิ่งที่เขาสนใจที่จะศึกษาค้นคว้า และได้กล่าวว่าการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ มีลักษณะดังนี้ คือ

1) เป็นกิจกรรมที่เน้นการแก้ปัญหา (problem-oriented activities) ไม่ว่าจะเป็นการเรียนเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่งหรือเป็นการเรียนแบบสหวิทยาการก็ตาม โดยทั่วไปกิจกรรมนี้จะประกอบด้วยการนำเสนอปัญหา การแก้ปัญหา และการชักจูงกลุ่มเพื่อนให้ร่วมกันค้นคว้า การนำเสนอปัญหาอาจจะอยู่ในรูปของการกำหนดเป้าหมายเฉพาะ เช่น ทำอย่างไรจึงจะประชาสัมพันธ์ให้ทุกคนช่วยกันรักษาความสะอาด ถ้าเกิดเหตุการณ์หนึ่งขึ้น เช่น ชีวิตคนเราจะเป็นอย่างไรถ้าแรงโน้มถ่วงลดเหลือเพียงครึ่งเดียว หรืออาจอยู่ในรูปของคำถามปลายเปิด เช่น จากสิ่งเรารู้มาแล้วเกี่ยวกับลักษณะและระยะเวลาที่เกิดเรื่องนี้ขึ้น จะทำนายได้หรือไม่ว่าตอนจบของเรื่องแบบที่ดีที่สุดจะเป็นอย่างไร คำถามเหล่านี้มีความซับซ้อนและผู้เรียนจะต้องใช้เวลาและทักษะหลายด้านประกอบกันจึงจะหาคำตอบได้

2) นำเสนอปัญหาในลักษณะที่มองเห็นได้และมีรูปแบบการคิดที่ชัดเจน เน้นที่รูปแบบการคิดเกี่ยวกับปัญหาที่จะต้องหาคำตอบ ครูควรจะนำเสนอปัญหาในลักษณะที่เป็นภาพที่เห็นได้ชัดเจนมากกว่าเขียนเป็นตัวหนังสือ เนื่องจากภาพจะช่วยให้ นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะในการกำหนดรูปแบบการคิดขึ้นมาได้ การสื่อความหมายด้วยภาพนั้นจะมีส่วนช่วยผู้เรียนที่มีผลการเรียนต่ำ ผู้เรียนที่มีปัญหาในการอ่าน และผู้เรียนที่มีความชำนาญการไม่มากนักในเนื้อหาวิชาที่กำลังเรียนอยู่

3) สร้างสภาพแวดล้อมในการเรียนที่สมบูรณ์ครบถ้วน ไม่ใช่มีแต่เพียงครู ตำรา และเอกสารกำหนดขอบข่ายของงานที่ให้ผู้เรียนทำเท่านั้น แต่ควรมีการนำเอาทรัพยากรอื่นๆ เข้ามาช่วยสนับสนุนการเรียน ได้แก่ แหล่งหรือสื่อรวมข้อมูลต่างๆ มีเครื่องมือสำหรับบันทึกข้อมูล เช่น สมุดบันทึกและคอมพิวเตอร์กระเป๋าหิ้ว มีชุดอุปกรณ์สำหรับให้ผู้เรียนใช้สร้างสิ่งต่างๆ เช่น Lego - Logo มีการจำลองแบบสถานการณ์ต่างๆ เช่น การจำลองแบบด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อทำให้ผู้เรียนสามารถทดลองสำรวจหาผลลัพธ์แบบต่างๆ ได้ และมีผู้บริหรงาน เช่น ครูและผู้ช่วยงานอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับช่วยการเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับ เมื่อผู้เรียนทำงานสำเร็จแล้ว

4) เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกลุ่ม เน้นที่การทำงานเพื่อแก้ปัญหาเป็นกลุ่มมากกว่ารายบุคคล การทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยให้การค้นหาความรู้เป็นไปได้สะดวกขึ้น ทำให้เกิดการร่วมกันใช้สติปัญญาและแบ่งภาระการคิดค้นกันได้อย่างแท้จริง ผลสำเร็จตามเป้าหมายจึงเกิดมาจากทั้งความสามารถของแต่ละคนและเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาร่วมกัน อีกทั้งการทำงานเป็นกลุ่มยังเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ดีเยี่ยมในเรื่องของการแบ่งความรับผิดชอบและทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายเดียวกันซึ่งนับได้ว่าเป็นทักษะที่มีประโยชน์มากในชีวิตประจำวัน

5) เป็นการเรียนรู้ด้วยการทดลองทำ เน้นที่การใช้ความยืดหยุ่นในการทำงาน ให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ มีการสำรวจดูทางเลือกต่างๆ มากกว่าการหาคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น เป็นการเรียนรู้ด้วยการค้นพบเอง

6) ประเมินผลจากความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียนควบคู่ไปกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนจากการบันทึกการเรียนรู้และผลงานที่เกิดขึ้นตลอดจนอธิบายสิ่งที่ตนรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ โดยเน้นการใช้เทคนิคการประเมินในเชิงคุณภาพมากกว่าเชิงปริมาณ อาจมาจากแฟ้มสะสมผลงานเพื่อดูกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน และจากบันทึกที่ครูเขียนบรรยายลักษณะนิสัยการทำงานและจุดอ่อนจุดแข็งของผู้เรียนแต่ละคน

นอกจากลักษณะการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ดังกล่าวแล้ว Kafai (1995) เป็นผู้หนึ่งซึ่งอยู่ในกลุ่มที่มีกรอบคิดเช่นเดียวกับ Papert และได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ ไว้ดังนี้คือ

1. กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการวางแผนงาน
2. การลงมือปฏิบัติงาน

3. การแก้ปัญหาจากงานที่ทำ
4. การศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือทำและแก้ปัญหา

จะเห็นได้ว่า การเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์มี ลักษณะเป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ผลงานอย่างมีกระบวนการ และมีลักษณะที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน โดยมีการเน้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสวางแผนการเรียนรู้ของตน และดำเนินการค้นคว้าหาข้อความรู้อย่างเป็นระบบ ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2542) ได้นำเสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน ดังนี้คือ

1. ผู้เรียนได้เลือกเรื่อง/ประเด็น/ปัญหาที่ต้องการศึกษาด้วยตนเอง
2. ผู้เรียนเลือกและหาวิธีการตลอดจนแหล่งของข้อมูลที่หลากหลายด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
4. ผู้เรียนได้บูรณาการทักษะ ประสบการณ์ ความรู้และสิ่งแวดล้อมรอบตัว
5. ผู้เรียนเป็นผู้สรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง
6. ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น
7. ผู้เรียนได้นำความรู้ไปใช้จริง

จากแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน แบ่งออกเป็น 3 ระยะเวลาคือ

- ระยะที่ 1 การเริ่มต้นที่ความสนใจของผู้เรียน
- ระยะที่ 2 ดำเนินการพัฒนาเป็นโครงงาน
- ระยะที่ 3 สรุปเป็นข้อความรู้แล้วประเมินผล

การเรียนรู้ในแต่ละระยะจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึงบทบาทครูและบทบาทนักเรียน ซึ่งนำเสนอในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้โครงงานในแต่ละระยะ

การเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ระยะที่ 1 เริ่มต้นที่ความสนใจของผู้เรียน	<ol style="list-style-type: none"> กระตุ้นให้เด็กอยากรู้ กระตุ้นให้เด็กตั้งคำถามในสิ่งที่อยากรู้เพิ่ม กระตุ้นให้เด็กค้นหาคำตอบ กระตุ้นให้เด็กแสดงความรู้ด้วยวิธีต่างๆ นำเสนอสาระที่เด็กเรียน ต่อผู้ปกครองและชุมชน 	<ol style="list-style-type: none"> สนทนาแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่สนใจ ตั้งคำถามสิ่งที่อยากรู้หรือสนใจ นำเสนอความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้รูปแบบที่หลากหลาย แสวงหาหรือเติมเต็มประสบการณ์เดิม
ระยะที่ 2 ดำเนินการพัฒนาเป็นโครงงาน	<ol style="list-style-type: none"> กระตุ้นให้เกิดการวางแผนหรือทบทวนแผนการหาคำตอบ กระตุ้นให้เกิดทางเลือกในการหาคำตอบ ให้กำลังใจ ชี้แนะ ช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก 	<ol style="list-style-type: none"> สนทนาวางแผนการไปหาคำตอบ นำเสนอแผนผังความคิด ทบทวน ปรับปรุงวิธีการไปหาคำตอบ ลงมือหาคำตอบ เติมเต็มความรู้ จัดแสดงชิ้นงาน ความรู้
ระยะที่ 3 สรุปเป็นข้อความรู้แล้วประเมินผล	<ol style="list-style-type: none"> กระตุ้นให้เกิดการรวบรวมสรุปทบทวนและประเมินโครงงาน กระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน จัดเวทีให้เด็กแสดงผลงานเพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง 	<ol style="list-style-type: none"> สนทนา อภิปรายร่วมกัน ประเมินทบทวนโครงงาน ศึกษาเรียนรู้โครงงานซึ่งกันและกัน ปรับเปลี่ยนเติมเต็มความรู้ สรุปความรู้หรือคำตอบที่พบ

ที่มา: คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2542. โครงงาน: การเรียนรู้ที่ลุ่มลึก. หน้า 8

4. บรรยากาศในการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์

ในการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์จำเป็นต้องมีการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและมีครูเป็นผู้ชี้นำสู่ปัญญา (facilitator) เป็นผู้ที่มีไหวพริบและไวต่อความคิด ความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน เป็นผู้ที่เข้าใจกระบวนการเรียนรู้และการมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนอย่างลึกซึ้งจนสามารถให้คำแนะนำได้เป็นอย่างดี สามารถค้นหาได้ว่าผู้เรียนแต่ละคนมีปัญหาอะไร ผู้เรียนคนใดต้องการงานที่ทำหยาบมากขึ้นกว่าคนอื่น ๆ ผู้เรียนคนใดต้องการแรงกดดันให้สร้างงานต่อและให้คำแนะนำที่เหมาะสม ดังนั้น ครูจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ในการทำให้บรรยากาศในการเรียนรู้มีลักษณะที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนมากที่สุด ดังที่ Roger (1980 อ้างถึงใน พิสมัย จันทนภฏฐะ, 2539) กล่าวว่า ครูมีหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือผู้อำนวยการความสะดวกให้แก่ผู้เรียน และในการที่จะเป็นผู้อำนวยการความสะดวกตามความสามารถดังกล่าว ผู้สอนจะต้องใจกว้าง และมีความไวใจผู้เรียนว่าผู้เรียนสามารถรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเองได้

บทบาทของผู้สอนไม่เพียงแต่คอยอำนวยความสะดวกเฉพาะการเรียนรู้เท่านั้นแต่ผู้สอนจะต้องสร้างเงื่อนไขและสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้ นั่นคือ การจัดบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มากที่สุด ซึ่งแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ได้ให้ความสำคัญกับการจัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกอยากเรียนรู้และพร้อมที่จะเรียนรู้ โดยมีข้อควรคำนึงดังต่อไปนี้คือ (บุบผชาติ ทัททิกรณ์ อ้างถึงใน วชิราวุธวิทยาลัย, 2541: 3-17)

1. การมีทางเลือก (choice) คือ การที่ผู้เรียนมีโอกาสได้เลือกว่าจะสร้างหรือทำอะไรได้มากเท่าใด ซึ่งทำให้ผู้เรียนเต็มใจมีส่วนร่วมในการทำงานนั้นๆ การที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ลงมือทำได้เท่าไร นักเรียนก็จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ได้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ Piaget ใช้คำว่า การดูดซึมของความรู้ (assimilation of knowledge) และที่มากขึ้นไปกว่านั้นคือ การที่บุคคลนั้นสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้าด้วยกันด้วยความใส่ใจเป็นส่วนหนึ่งที่จะทำให้เกิดประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง มีความหมาย และยาวนาน

2. การมีความหลากหลาย (diversity) คือ ลักษณะของการจัดรูปแบบและบรรยากาศรวมถึงสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่มีการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ดังนั้น เมื่อมีการสร้างชิ้นงานที่มีความหมายจะไม่มีวิธีใดเป็นวิธีที่ถูกต้องในการทำ ตัวอย่างเช่น บางคนชอบวางแผนการทำงานอย่างระมัดระวังว่าจะทำอะไร และอาจมีการปรับแผนบ้างในระหว่างการทำงานไป รูปแบบนี้เป็นแบบนักวางแผน วิธีนี้เป็นวิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพแต่ก็ไม่ได้เป็นเพียงวิธีเดียวในการทำงาน บางคนพอใจที่จะทำงานโดยไม่ต้องมีการวางแผนแต่ใช้วิธีพูดคุยถามกันในขณะที่ทำงานนั้น พิจารณาดูงานที่ทำไป ตัดสินใจว่าจะทำอะไรต่อไป ซึ่งรูป

แบบนี้มีลักษณะเป็นแบบคิดไปทำไป รูปแบบทั้งสองเป็นรูปแบบที่ใช้ได้ทั้งสองรูปแบบและยังมีรูปแบบอื่นๆ ที่แตกต่างกันไป

3. การมีความเป็นกันเอง (congeniality) คือ การมีความเป็นมิตร ยินดีต้อนรับและเชื้อเชิญผู้เรียนในการเรียนรู้ด้วยเวลาที่พอเพียงในการทำงานที่ใช้สมาธิ ปรีกษาและเรียนรู้ร่วมกันระหว่างเพื่อนและครู นอกจากนี้ยังอาจต้องให้เวลาสำหรับการเริ่มต้นที่ผิดพลาด ให้เวลาเมื่อเกิดการติดขัดและให้เวลาแม้แต่ไม่ต้องทำอะไร คือการนิ่งและใช้สมาธิ ดังนั้นบรรยากาศและสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ดีควรให้ผู้เรียนได้มีความสัมพันธ์กับบุคคลอื่นที่มีความสนใจทำอะไรคล้ายๆ กัน บรรยากาศและสภาพการเรียนรู้ดังกล่าวนี้เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างสรรค์ ที่เต็มไปด้วยความอบอุ่นและความสนิทสนมเหมือนคนที่อยู่ในครอบครัวเดียวกันที่รักและใส่ใจกัน

5. สื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์

ในการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ สิ่งที่สัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นับว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาการคิดและการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ และจากการที่ Papert (1996) และคณะมีความพยายามที่จะนำเอาวิทยาการ ความก้าวหน้า ความทันสมัยของสิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์ หรือ สิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ในปัจจุบันมาใช้ในทางสร้างสรรค์เพื่อเกิดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับโลกในยุคนี้ จึงได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาสื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการใช้สภาพแวดล้อมปัจจุบันมาเอื้อต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของตน ดังนั้นสื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ จึงมีความสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ตามความเหมาะสมของแต่ละกิจกรรม โดยนำเสนอเพื่อเป็นแนวทางให้ครูมีแนวคิดในการสร้างสรรค์ประยุกต์ใช้ หรือประดิษฐ์สื่อการสอนด้วยตนเองให้เหมาะสมตามแต่ละสภาพแวดล้อมต่อไปได้ สื่อส่งเสริมการเรียนรู้ดังกล่าวมีดังนี้คือ

5.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microworld

เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปโปรแกรมหนึ่งที่ได้พัฒนามาจากโปรแกรม Logo แต่ใช้งานง่ายกว่าและเป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนาวิธีการคิดและการเรียนรู้แบบใหม่ที่เน้นให้ผู้เรียนได้มีอิสระทางความคิดและสร้างสรรค์สิ่งที่ตนสนใจ ตลอดจนการได้แก้ไขสิ่งที่ผิดพลาด (debugging) ที่เกิดขึ้น โดยการให้ผู้เรียนสร้างภาพเคลื่อนไหวตามจินตนาการ ตามความต้องการและตามความสามารถของแต่ละบุคคล จากการเขียนชุดคำสั่งให้เต่าเป็นตัวแทนความคิดของเรา ทำให้เต่าสามารถวาดรูปที่เราต้องการเพื่อนำมาประกอบเป็นเรื่องราวที่จะสื่อสารได้

ผู้เรียนยังสามารถสร้างเสียงประกอบเรื่องที่สร้างสรรค์ขึ้น ทำให้การสร้างสรรค์ดังกล่าวเป็นการสร้างสิ่งที่ตนสนใจและมีความหมายตามความต้องการของตนเอง รวมทั้งสนุกไปกับการเรียนรู้ อย่างไม่มีขีดจำกัด ดังนั้นการใช้ โปรแกรม Microworld จึงเป็นเครื่องมือในการสร้างและทำผลงานโดยใช้สื่อประสม ในการทำงานเช่นนี้ เด็กมิได้เรียนรู้การเป็นผู้ผลิตสื่อประสมเท่านั้น แต่เขายังได้ใช้ความรู้ในการออกแบบสิ่งที่ซับซ้อน และได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิต ในการกำหนดให้ภาพต่าง ๆ เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้

5.2 อุปกรณ์ Lego และโปรแกรม Lego TC Logo

คำว่า Lego เป็นภาษาของชาวเดนมาร์ก ซึ่งแปลว่า "มาเล่นกันเถอะ" คือ เป็นการให้เด็กใช้วัสดุที่เป็นชิ้นพลาสติกเล็ก ๆ ที่มีรูปทรงต่าง ๆ มาต่อกันเข้าเป็นชิ้นงานแบบตามแต่จินตนาการของตนเอง ซึ่งการสร้างผลงานออกมานั้นจะทำให้เด็กได้เรียนรู้สาระสำคัญบางประการในวิชาฟิสิกส์ เช่น แรง ความสมดุล เป็นต้น เด็กอาจจะสร้างชิ้นงานแบบใดแบบหนึ่งได้โดยไม่ต้องวางแผนไว้ล่วงหน้า ทำไปค่อยปรับแก้ไขไปก็ได้ เหมือนกับการปั้นดินเหนียวให้เป็นรูปทรงต่างๆ การทำเช่นนี้เป็นการส่งเสริมให้เด็กสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างต่อเนื่อง เป็นกระบวนการที่เปิดเผยมองเห็นได้ สนองความสนใจใฝ่รู้อย่างแท้จริง สำหรับโปรแกรม Lego TC Logo มีลักษณะเป็นการรวมภาษาคอมพิวเตอร์เข้ากับตัวต่อของ Lego ทำให้เด็กสามารถควบคุมตัวต่อได้โดยการเขียนโปรแกรมให้ตัวต่อที่เด็กต่อขึ้นสามารถเคลื่อนไหว หรือแสดงปฏิกิริยาต่อตัวกระตุ้นต่างๆ ที่ซับซ้อนได้

โปรแกรม Lego TC Logo ทำให้เด็กมีกิจกรรมถึง 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 สร้างตัวต่อจากชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สัมพันธ์กัน

ขั้นที่ 2 สร้างโปรแกรมในคอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 3 การเรียนรู้จากงานสร้างสรรค์หรือกลไกของสิ่งประดิษฐ์นั้นๆ

Resnick (1988) กล่าวว่า การเรียนรู้ในโปรแกรม Lego TC Logo ทำให้เด็กได้เรียนรู้เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นการเรียนรู้ด้านฟิสิกส์และคณิตศาสตร์อย่างง่ายเหมือนกับเป็นนักวิทยาศาสตร์หรือวิศวกรที่ได้ลงมือปฏิบัติจริง

5.3 โปรแกรมการทำ Electronic magazine

มีลักษณะเป็นการทำงานที่เป็นเน้นกระบวนการกลุ่ม ภายใต้ความสนใจในหัวข้อเรื่องเดียวกันจัดทำเป็นนิตยสารแต่เป็นเล่มที่อยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะมีบรรณาธิการซึ่งเป็นตัวแทนนักเรียนในการตรวจสอบงานเขียนของเพื่อนในแต่ละคอลัมน์ ดังนั้นก่อนที่นักเรียนจะเขียนข้อมูลที่รวบรวมมาได้ นักเรียนจะต้องทำงานหนักตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน คือ จะต้องมีการค้นคว้า ทดลอง และเรียบเรียงข้อมูลที่มีประโยชน์และ

สร้างสรรค เพื่อทำให้ข้อมูลที่ได้เป็นข้อความที่นักเรียนได้สร้างขึ้นด้วยตนเองและเป็นความรู้ที่มีประโยชน์ที่จะเผยแพร่แก่ผู้สนใจที่สามารถใช้ศักยภาพของเทคโนโลยีในปัจจุบันมาเอื้อต่อการเรียนรู้ที่ไร้พรมแดนได้

6. การเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ในประเทศไทย

ในปัจจุบันได้มีการนำเอาหลักการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์มาทดลองใช้ในประเทศไทย โดยความร่วมมือของมูลนิธิศึกษาพัฒนา ซึ่งเป็นมูลนิธิที่เกี่ยวเนื่องกับการพัฒนาการศึกษาไทย ที่ได้จัดตั้งขึ้นตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2539 โดยความร่วมมือของคณะนักเรียนเก่าสถาบันเทคโนโลยีแห่งมลรัฐแมสซาชูเซต สหรัฐอเมริกา หรือ M.I.T (Massachusetts Institute of Technology) ซึ่งมูลนิธิได้ร่วมกับสถาบัน MIT เพื่อนำเอาแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์และเทคโนโลยีทางการศึกษาในรูปแบบของสื่อดิจิทัลต่างๆ และสื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์เข้ามาทดลองใช้ในประเทศไทย ภายใต้ชื่อโครงการ Lighthouse เพื่อที่จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการนำเอาการเรียนรู้ที่มีเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือนำไปสู่กระบวนการพัฒนาคนที่สมบูรณ์ และสามารถเข้ากับวัฒนธรรมไทยและใช้ได้กับทุกกลุ่มเป้าหมายที่แตกต่างกันได้ รวมทั้งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 อีกด้วย สำหรับโรงเรียนในโครงการที่ได้เริ่มดำเนินการทดลองนำร่องตั้งแต่ปีการศึกษา 2540 ได้แก่ โรงเรียนในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาบางโรงเรียนในจังหวัดลำปาง เชียงราย เชียงใหม่และกรุงเทพมหานคร และในกลุ่มของชาวบ้านในจังหวัดบุรีรัมย์ และในปีการศึกษา 2544 มูลนิธิศึกษาพัฒนาได้ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จัดตั้งศูนย์พัฒนาการเรียนรู้ในรูปแบบโรงเรียนยุคใหม่ (E-school) โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของเด็ก และสร้างตัวอย่างของโรงเรียนรูปแบบใหม่ที่เหมาะสมกับโลกยุคโลกาภิวัตน์ โดยได้ดำเนินการรับนักเรียนที่สนใจการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์อย่างเต็มรูปแบบ ซึ่งโรงเรียนนี้จะเน้นการพัฒนาความรู้ ความสามารถในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (information technology) ภาษาอังกฤษ คุณธรรม และจริยธรรม เป็นสำคัญ รวมทั้งจะเป็นโรงเรียนฝึกหัดครูสมัยใหม่ (Teacher Training College) ควบคู่ไปด้วย

ตอนที่ 2 สารสำคัญเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์

องค์การยูเนสโก (UNESCO) ได้ให้คำจำกัดความของคำ วิทยาศาสตร์ หมายถึง การเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อสร้างความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น (Orpwood and Ingvar ,1987)

Picher (อ้างถึงใน สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531) กล่าวว่า Science มาจากคำว่า Scientia ซึ่งแปลว่า ความรู้ (knowledge) ตามนัยนี้ วิทยาศาสตร์ คือความรู้ต่างๆ ซึ่งไม่จำกัดว่าจะเป็นความรู้อะไร หรือความรู้ประเภทใดอาจจะเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ธรรมชาติหรืออาจเป็นความรู้สาขาอื่นก็ได้ ซึ่งลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องเป็นความรู้ที่ผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 หรืออย่างใดอย่างหนึ่งก่อน โดยตั้งอยู่บนรากฐานของการสังเกตมีการทดสอบยืนยัน ก่อนลงข้อสรุป (empirical knowledge)

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537) ได้ให้ความหมายของ วิทยาศาสตร์ หมายถึง วิชา หรือความรู้ที่เกิดจากการศึกษาความเป็นไปของธรรมชาติ และประกอบไปด้วยส่วนที่เป็น กระบวนการแสวงหาความรู้และส่วนที่เป็นผลผลิตของความรู้นั้นๆ

กล่าวโดยสรุป วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่ได้จากการทดสอบ ยืนยัน เพื่ออธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติหรือปรากฏการณ์ต่างๆ รวมทั้งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการทดสอบ ยืนยันความรู้นั้นด้วย

2. ความหมายของเทคโนโลยี

คำว่าเทคโนโลยีนั้นตามพจนานุกรม Webster's New Collegiate Dictionary (1977) หมายถึง วิธีการทั้งหลายทั้งปวงในการนำเอาสิ่งจำเป็นต่างๆ มายังประโยชน์ต่อการดำรงชีพ และความสุขต่อมนุษยชาติ และมีลักษณะเป็นการประยุกต์เอาความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ รวมถึงการศึกษาพัฒนาองค์ความรู้ต่างๆ เพื่อให้เข้าใจ ธรรมชาติ กฎเกณฑ์ของสิ่งต่างๆ และหาทางนำมาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2541) ได้กล่าวว่า เทคโนโลยีมาจากคำว่า "techno" แปลว่า การสร้าง วิธีการ ส่วน "logos" แปลว่า ศาสตร์ ซึ่งเมื่อนำความหมายของสอง คำมารวมกัน เทคโนโลยีจึงหมายถึง ศาสตร์ที่ว่าด้วยการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการ

อนุช อภาภิรม (2543) ได้กล่าวถึง ความหมายของเทคโนโลยี หมายถึง ความรู้ในการใช้เครื่องมือ พลังงานและวัสดุเพื่อการผลิต ซึ่งจะเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะ

อย่างยิ่ง วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ เพราะกระบวนการในการกระทำของมนุษย์นั้นต้องการผลิตเพื่อบริโภคและความอยู่รอดอย่างมีความสุข ดังนั้นเทคโนโลยีจึงเกิดขึ้นจากความพยายามของมนุษย์ในการแก้ปัญหาต่างๆ

กล่าวโดยสรุป เทคโนโลยี หมายถึง ระเบียบวิธี กระบวนการ ในการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดผลในทางปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาหรือปรับปรุงและพัฒนาให้เกิดประโยชน์ ต่อการดำรงชีพอย่างมีความสุข

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Orpwood and Ingvar (1987) ได้กล่าวว่าวิทยาศาสตร์ เป็นการพยายาม ที่จะเสาะหาคำอธิบายถึงบรรดาวัตถุทั้งหลายที่พบเห็นในธรรมชาติซึ่งในวิธีการต่างๆที่จะได้ คำอธิบายนั้น มนุษย์จะสร้างกรอบความคิดเพื่อใช้เป็นเครื่องมือที่จะอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ นั้นได้ และนำข้อมูลเหล่านั้นมาประสานหรือสังเคราะห์และเชื่อมโยงไปสู่สิ่งใหม่อีกสิ่งหนึ่ง ซึ่ง เรียกได้ว่าเป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลนั้นให้เกิดประโยชน์ต่อมวลมนุษยชาติต่อไปและกระบวนการ นั้นก็คือเทคโนโลยีนั่นเอง

Bacon (1998 อ้างถึงใน ภาพ เลขาไพบูลย์ ,2537) กล่าวว่า ความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะกลายเป็นตัวกำหนดระดับความสามารถในการแข่งขันในระดับ ประเทศ จนในที่สุดจะไม่มีใครเรียกประเทศไหนว่าเป็นประเทศยากจนอีกแล้ว แต่จะเรียกว่า " ประเทศที่ไม่รู้ " แทน ดังนั้นประเทศที่มีการพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยการพัฒนากำลังคนให้เป็นบุคคลที่ทรงความรู้อย่างหลากหลายและมีความสามารถในการจัดการ นำข้อมูลมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ จะกลายเป็นประเทศที่มีการพัฒนาในทิศทางที่เหมาะสมทำให้ได้กลุ่มคนกลุ่มใหม่ที่ทรงพลังในอนาคต

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2541) ได้กล่าวว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกี่ยวข้องกับการเปิดโลกการเรียนรู้ของมนุษย์ออกไปอย่างไร้ขีดจำกัด ความก้าวหน้าทาง เทคโนโลยีนี้เป็นผลมาจากการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กับ สังคมโลก ดังนั้นความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็จะทำให้เราก้าวไปสู่สังคม ของข้อมูลอันเป็นสังคมแห่งความรู้และเป็นความรู้ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้หมด เป็นการเรียนรู้ อย่างไม่เป็นทางการ และความรู้จะกลายเป็นศูนย์กลางของอำนาจใหม่ในศตวรรษที่ 21

จะเห็นได้ว่าความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาและการพัฒนาประเทศมาก ดังนั้นคณะกรรมการสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาของ สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกาจึงได้กำหนด

วัตถุประสงค์ในการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ด้าน (ภพ เลหาไพบูลย์, 2537:90-91) คือ

1. ด้านความรู้ สามารถอ่านและบอกความหมายของข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ และมโนคติทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งสามารถประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้
2. ด้านทักษะการใช้เครื่องมือ มีทักษะในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ตีความหมายข้อมูลและจัดทำแผนที่ กราฟ แผนภูมิ และตารางที่เหมาะสมกับปัญหาได้
3. ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์(scientific method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skill) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (scientific attitude)
4. ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนใจกว้าง ยอมรับข้อเท็จจริงใหม่และยังไม่สรุปจนกว่าจะมีข้อเท็จจริงเพียงพอ เป็นต้น
5. ด้านความนิยมทางวิทยาศาสตร์ มีความสนใจในวิทยาศาสตร์โดยการอ่าน การรวบรวม การศึกษา หรือการเข้าร่วมในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

กล่าวโดยสรุป ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีลักษณะเป็น ข้อสรุปหรือผลที่ได้จากการทดสอบ ยืนยัน เพื่ออธิบายธรรมชาติและปรากฏการณ์ต่างๆ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำให้เกิดผลในทางปฏิบัติ เพื่อแก้ปัญหาหรือปรับปรุงและพัฒนาให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีพอย่างมีความสุข

ในหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) ได้กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ไว้ดังนี้คือ

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ

ขอบเขตของเนื้อหาในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้คือ

1. วิทยาศาสตร์
2. สุขศึกษา
3. สังคมศึกษา

ในส่วนของวิทยาศาสตร์มีสาระความรู้ในเรื่องต่างๆ ดังนี้ พีช สัตว์ สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ความร้อนและสสาร แสง ไฟฟ้าสถิต แรง แรงโน้มถ่วง แรงแดันของน้ำและความดันของอากาศ สารเคมี จักรวาลและอวกาศ (ศึกษานิเทศก์, 2537)

4. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method)

Pearson และ Dewey (1970 อ้างถึงใน สุวัฒน์ นิยมคำ, 2517) ได้กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขั้นตอนของการดำเนินการค้นคว้าเพื่อหาคำตอบของปัญหา แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา (identification and statement of the problem)
- ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบ (formulation of hypothesis)
- ขั้นที่ 3 ค้นหาวิธีทดสอบสมมติฐาน (search for evidence to test hypothesis)
- ขั้นที่ 4 ทำการทดสอบสมมติฐานแล้วลงข้อยุติ (assessment of validity of hypothesis)
- ขั้นที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขสมมติฐานถ้าจำเป็น (revision of hypothesis if necessary)
- ขั้นที่ 6 นำข้อยุติไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง (application of conclusion to similar problems)

5. ลักษณะของผู้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เนื่องจากลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นความรู้ที่ตั้งอยู่บนรากฐานของการสังเกต การพิสูจน์เพื่อทดสอบและยืนยันก่อนลงข้อสรุป (empirical knowledge) ดังนั้นผู้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควรมีลักษณะดังนี้ (Collette and Chiappetta; 1988 อ้างถึงใน สุธาดา มุ่งช่อนกลาง, 2540)

1. มีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียงพอเป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง มโนคติ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีความสามารถที่จะประยุกต์ใช้ความรู้นั้น
2. มีความเข้าใจในแนวทางวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3. มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. มีความชื่นชมต่อคุณค่าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคม และมีความรู้ที่วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานต่างๆ ในสังคม
5. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้การทำงานได้ผลดี มีประโยชน์
6. มีความเข้าใจในสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้นอันเป็นผลมาจากการสอนวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดเพื่อหาข้อสรุปในการแก้ปัญหา

1. หลักการ และแนวคิดเกี่ยวกับ การคิด

การคิดเป็นเรื่องที่มนุษย์ให้ความสนใจมาเป็นเวลานาน สัตว์โลกใช้ความคิดเพื่อให้ดำรงชีวิตอยู่รอดได้อย่างมีความสุขบนโลก แต่มนุษย์จะสามารถคิดได้ลึกซึ้งและกว้างกว่าสัตว์ แนวคิดของ Dewey (1933 อ้างถึงใน Hudkins, 1997) นักการศึกษาชาวอเมริกันได้กล่าวว่า การคิด ถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยมนุษย์ให้สามารถมองเห็นการณ์ไกลและสามารถควบคุมการกระทำของตนให้เป็นไปตามเจตนารมย์ การใคร่ครวญถึงทางเลือกและผลที่จะเกิดขึ้นเป็นการช่วยให้บุคคลมีสติไม่ผลอเรือ รู้อยู่ทุกขณะว่าตนกำลังทำอะไรอยู่ การคิดจึงช่วยเปลี่ยนการกระทำของมนุษย์ที่มีแต่ความอยากและหุนหันให้กลายเป็น การกระทำที่แสดงถึงความเฉลียวฉลาด สัตว์ทำอะไรก็เพราะแรงผลักดันจากภายนอกที่เกิดขึ้นในช่วงขณะหนึ่งแต่คนที่มีความคิดนั้น จะทำอะไรก็ตามต้องมีการไตร่ตรองพิจารณาถึงผลได้ผลเสียก่อน ซึ่งผลของการกระทำบางอย่างจะต้องอาศัยเวลาพิสูจน์

การคิด เป็นปฏิกริยาของจิตมนุษย์ ซึ่งช่วยให้แต่ละคนสามารถปรับตัวให้เข้าได้กับสังคม สิ่งแวดล้อมและยังช่วยให้แต่ละคนเกิดความพยายาม และสัมฤทธิ์ผลในจุดมุ่งหมายที่เขาต้องการ ดังนั้นการคิดจึงนำไปสู่ การกระทำและปรับตัวที่ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม จากแนวคิดเกี่ยวกับการคิดของนักการศึกษาดังกล่าว สามารถสรุปธรรมชาติของการคิดได้ดังนี้ (Jayaswal, 1974 อ้างถึงใน บุญสม ครุฑทา , 2525:9)

1. การคิดเกี่ยวกับปฏิกริยาของสมองที่เกิดความรู้สึกสงสัยหรือไม่พอใจในสิ่งแวดล้อม
2. การคิดเกิดจากความจำเป็นพื้นฐานสำคัญในกระบวนการคิด
3. การคิดมีประโยชน์ในการทำให้เกิดการปรับตัวและสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น
4. การคิดทำให้มนุษย์เกิดความพยายามให้ถึงจุดหมายที่ต้องการอันเป็นสิ่งแสดงถึงความเจริญของมนุษย์ และเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบัน

ความเจริญของมนุษย์ และเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบัน

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การคิด หมายถึง ปฏิกริยาทางสมองในลักษณะเชิงปัญหาหรือปฏิกริยาทางสมองที่ถือเป็นจุดหมาย (destiny) ของจิตใจ ไม่ว่าจะจุดหมายนั้นมีสาเหตุมาจากภายในหรือภายนอกก็ตาม

2. ความสามารถในการคิดเพื่อหาข้อสรุปในการแก้ปัญหา

ทิตนา แชมมณี (2540) กล่าวว่า มิติของ "การคิด" มี 6 ด้าน ดังนี้

1. มิติด้านข้อมูลหรือเนื้อหาที่ใช้ในการคิด
2. มิติด้านคุณสมบัติที่เกี่ยวเนื่องต่อการคิด

3. มิติด้านทักษะการคิด
4. มิติด้านลักษณะการคิด
5. มิติด้านกระบวนการคิด
6. มิติด้านการควบคุมและประเมินการคิดของตน

และกล่าวว่าในการคิดเพื่อหาข้อสรุปในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลประกอบการคิด 3 ด้าน คือข้อมูลด้านตนเอง ด้านสังคม สิ่งแวดล้อม และด้านวิชาการ เป็นการศึกษาในมิติด้านข้อมูล หรือเนื้อหาที่ใช้ในการคิด ซึ่ง โกวิท วรพิพัฒน์ (อ้างถึงใน อุ่นตา นพคุณ , 2528) ได้อธิบายถึง การใช้ข้อมูลประกอบการคิดเพื่อหาข้อสรุปในการแก้ปัญหาทั้ง 3 ด้านเกี่ยวข้องกับสิ่งต่างๆ ดังนี้

1. ข้อมูลประเภทตนเอง

ข้อมูลประเภทถูกกำหนดขึ้น เพราะอิทธิพลของศาสนา ปรัชญาและ จิตวิทยา โดยเฉพาะศาสนาพุทธซึ่งได้สั่งสอนให้บุคคลพิจารณาและเฝ้ามองตนเองและแก้ไขทุกข ด้วยตนเอง มีอิทธิพลต่อการกำหนดข้อมูลประเภทนี้ การคิดในลักษณะที่เรียกว่า "คิดเป็น" จึงมีจุดหมายต้องการให้บุคคลใช้ข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับตัวเอง ได้แก่ ข้อมูลในเรื่องสถานภาพ ทางเศรษฐกิจ สถานภาพทางสังคม สุขภาพอนามัย ระดับการศึกษา ความรู้ ความถนัด วัย ทักษะ เพศ ฯลฯ ข้อมูลประเภทนี้ต้องการให้บุคคลพิจารณาจุดอ่อนจุดแข็ง ข้อดีข้อ เสียของตนอย่างจริงจัง ก่อนจะตัดสินใจกระทำสิ่งใด

2. ข้อมูลประเภทสังคมและสิ่งแวดล้อม

มนุษย์ไม่ได้อยู่ตามลำพังเพราะมนุษย์เป็นสัตว์สังคม ข้อมูลประเภทนี้จึงถูกกำหนดขึ้น เพื่อให้บุคคลใช้ความนึกคิดคำนึงถึงสิ่งที่อยู่นอกร่างกาย คำนึงถึงผู้อื่น ชุมชน และตลอดจน สภาพแวดล้อมสังคมส่วนรวม ทั้งนี้เพราะถ้าบุคคลใดใช้ข้อมูลประเภทตนเองแต่เพียงด้านเดียว ก็จะเป็นคนที่เห็นแก่ตัว และเป็นคนใจแคบ การตัดสินใจอาจจะก่อปัญหาให้แก่ตนเองและผู้อื่น แต่มนุษย์เป็นสัตว์สังคมที่ต้องอยู่ร่วมกับผู้อื่น ดังนั้นอิทธิพลของสังคมและสิ่งแวดล้อมจึง กระทบตัวมนุษย์เสมอ สิ่งแวดล้อมประกอบด้วยปัจจัยที่แตกต่างกันไป แต่ก็ส่งผลกระทบต่อ ชีวิตมนุษย์ทุกคน ในทางกลับกัน การกระทำของมนุษย์ก็ส่งผลต่อสภาพแวดล้อมของตัวมนุษย์

ข้อมูลประเภทสังคมและสิ่งแวดล้อม อาจแยกออกไปเป็นข้อมูลด้านสังคม และจิตใจ และข้อมูลประเภทกายภาพ ในด้านสังคมและจิตใจนั้น มนุษย์โดยทั่วไปเจริญเติบโต ขึ้นมาด้วยกระบวนการสังคมประภิต (socialization) ดังนั้น มนุษย์จึงถูกกำหนดว่าพฤติกรรม บางอย่างนั้นควรจะเป็นอย่างไร ถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ จากอิทธิพลของสังคมในลักษณะนี้ ในการตัดสินใจของคนเราจึงอาศัยการพิจารณาข้อมูลทางสังคมและข้อมูลประเภทกายภาพด้วย ซึ่งหมายถึงความถึง ภูมิอากาศ ดิน ทรัพยากรธรรมชาติ เป็นต้น

3. ข้อมูลประเภทวิชาการ ข้อมูลประเภทวิชาการในความหมายของการคิดเป็น หมายถึง ข้อมูลและความรู้อันเป็นมหาศาลที่มนุษย์ได้สะสมรวบรวมไว้ เป็นเนื้อหาวิชาต่างๆ เป็นหลักสูตร เป็นศาสตร์ แนวความคิดเรื่องการคิดเป็นตระหนักว่าบุคคลนั้นถึงแม้ว่าจะเข้าใจตนเอง เข้าใจสังคม และสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดีก็ตามแต่ถ้าขาดข้อมูลทางวิชาการไปแล้วอาจจะเสียเปรียบผู้อื่น ในการดำรงชีวิตและการแก้ไขปัญหา เพราะว่าในปัจจุบันนี้โลกได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วมนุษย์และสังคมถูกเปลี่ยนไป เพราะความเจริญก้าวหน้าทางวิชาการ ดังนั้น มนุษย์จำเป็นที่จะต้องได้รับความรู้และนำข้อมูลทางวิชาการมาประกอบการตัดสินใจเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดในการดำรงชีวิต

ความเชื่อพื้นฐานเรื่องการใช้ข้อมูลทั้ง 3 ประเภทพร้อมกัน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา มีจุดเน้นที่สำคัญเพื่อให้บุคคลเกิดการคิดที่สามารถนำข้อมูลต่างๆ มาวิเคราะห์และหาหนทางแก้ปัญหา และเพื่อป้องกันไม่ไห้บุคคลใช้ข้อมูลพิจารณาจากจุดยืนหรือมิติใดเพียงมิติเดียว เช่น คิดแต่ด้านตนเอง คิดแต่ว่าสังคมของคนอื่นเขาจะมีคิดอย่างไร หรือคิดแต่ข้อมูลทางวิชาการที่กำหนดไว้เช่นนั้นแล้ว ซึ่งจะทำให้เขาได้ฝึกคิดตลอดเรียนรู้ในชีวิตของเขา

3. ลักษณะของผู้ที่มีความสามารถในการคิดเพื่อหาข้อสรุปในการแก้ปัญหา

บุคคลที่มีความสามารถในการคิดหมายถึง ผู้ที่สามารถใช้ความคิดในการแก้ปัญหา โดยอาศัยข้อมูล 3 ประเภท คือ ข้อมูลประเภทตนเอง ข้อมูลประเภทสังคม สิ่งแวดล้อม และข้อมูลประเภทวิชาการ ต่อจากนั้นก็ลงมือกระทำการ ถ้าหากการกระทำนั้นทำให้ปัญหาหายไป กระบวนการคิดที่แสดงให้เห็นว่าบุคคลนั้นมีความสามารถในการคิดก็จะยุติลง แต่ถ้าปัญหานั้นยังคงมีอยู่ บุคคลก็จะเริ่มใช้ความสามารถในการคิดเพื่อแก้ปัญหาใหม่อีก ดังที่ ทิศนา ขัมมมณี (2540) กล่าวว่า ในการพิจารณาหาแนวทางในการแก้ปัญหา บุคคลจะต้องพิจารณาข้อมูลทั้ง 3 ส่วนควบคู่กันไปอย่างผสมกลมกลืน จนกระทั่งพบทางออกหรือข้อสรุปในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

ตอนที่ 4 หลักการในการพัฒนาโปรแกรม

1. ความหมายของโปรแกรม

โปรแกรม หมายถึง รายละเอียดของแนวทางการจัดประสบการณ์ เพื่อมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนโดยทั่วไปหรือผู้เรียนที่มีคุณลักษณะพิเศษ เช่น เด็กที่มีความสามารถพิเศษ เด็กพิการ เด็กที่มีผลการเรียนต่ำ ให้ผู้เรียนนั้นได้รับการพัฒนาไปตามจุดมุ่งหมายหรือลักษณะของโปรแกรมที่วางไว้ เช่นการพัฒนาโปรแกรมการศึกษา โปรแกรมการศึกษาสำหรับเด็กพิเศษ

โปรแกรมการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) โปรแกรมการศึกษาทางอาชีพ โปรแกรมการเตรียมความพร้อมทางอาชีพ เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่โปรแกรมจะประกอบด้วยจุดมุ่งหมาย ลักษณะของโปรแกรม การคัดเลือกนักเรียน เข้าร่วมโปรแกรม วิธีการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผลโปรแกรม

กล่าวโดยสรุปแล้วโปรแกรมประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. แนวคิดและหลักการความเชื่อพื้นฐานของโปรแกรม
2. วัตถุประสงค์ของโปรแกรม
3. คุณสมบัติและบทบาทของผู้ใช้โปรแกรม
4. ลักษณะสำคัญของโปรแกรม
5. เนื้อหาของโปรแกรม
6. วิธีดำเนินการใช้โปรแกรม
7. สื่อประกอบการใช้โปรแกรม
8. การประเมินผลการใช้โปรแกรม

2. การพัฒนาโปรแกรม

Mclaughlin และ Eaves (1976 อ้างถึงใน Paul and Mclaughlin, 1981)

กล่าวถึงลำดับขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การประเมินปัญหา (assessment)
2. การตั้งเป้าหมาย และจุดประสงค์ในการสอน (setting goals and instructional object)
3. วิเคราะห์ผล (task analysis)
4. เลือกและใช้กลยุทธ์ในการสอนและวัสดุอุปกรณ์ (selection and use of instructional strategy, including materials)
5. การประเมินผลโปรแกรม (program evaluation)

3. การประเมินผลโปรแกรม

Diamondstone (1980 อ้างถึงใน จิรภรณ์ วสุวัต , 2540) ได้กล่าวว่า การประเมินผลโปรแกรมการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นการตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมในด้านรูปแบบของโปรแกรม ลักษณะของโปรแกรม และผู้ดำเนินการใช้โปรแกรม สามารถทำได้หลายรูปแบบ ทั้งการสัมภาษณ์ พูดคุย ใช้แบบสอบถาม และแบบสำรวจ

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาโปรแกรมจะต้องมีทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม นำไปทดลองใช้ และนำผลที่ได้มาตรวจสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้เกิดความสมบูรณ์ก่อนนำมาเผยแพร่ ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะเกิดประโยชน์ ถ้าผู้ใช้นำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ของโปรแกรมและนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ต่อไปได้

ตอนที่ 5 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์

Driver, Guesne และ Tiberghien (1981 อ้างถึงใน Papert ,1996) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงความคิดของเด็กกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ ซึ่งพบว่า เด็กสามารถสร้างความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ เหตุเพราะความอยากรู้อยากเห็นของเขา ซึ่งสิ่งนี้มีอยู่ในตัวเด็กทุกคนแต่จะแสดงออกมาตามสถานการณ์ที่แวดล้อม ซึ่งข้อค้นพบดังกล่าวทำให้เขาได้พยายามศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องกับเด็กประถมศึกษาในลักษณะการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้ระยะเวลาศึกษาการเรียนรู้ของเด็กในระยะเวลาประมาณ 3 - 5 ปี การวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ Carey (1985) ที่กล่าวว่า ความเข้าใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยตนเองอย่างลึกซึ้ง มีความสำคัญกว่าการศึกษาเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ในบทเรียน

นอกจากนี้ Hooper (1992) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ของโรงเรียนที่เป็นศูนย์กลางของชุมชนชาวอเมริกัน โดยทำการศึกษาวิจัยรายกรณี (case study) กับเด็กอายุ 8 - 11 ปี ที่เรียนคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนโดยให้ความสนใจกับกระบวนการเรียนรู้ของเด็กในสถานการณ์ของการเรียนรู้จากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และโปรแกรม Microworld พบว่า ในการเรียนรู้ เด็กได้แนวคิดเกี่ยวกับความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จากการได้ปฏิบัติกิจกรรมตามกระบวนการของโปรแกรม กล่าวคือ เด็กจะต้องแก้ปัญหาในโปรแกรมจากการเขียนขั้นตอนการสร้างโปรแกรมให้สิ่งต่างๆ ในโปรแกรมเคลื่อนไหว ซึ่งจะเคลื่อนไปเท่าใดจึงจะอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการนั้น เด็กจะต้องใช้การคำนวณสูตรทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วย รวมถึงการอธิบายได้ถึงกลไกการเคลื่อนที่ของสิ่งนั้นๆ ซึ่งเป็นองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เขาต้องนำมาประยุกต์ใช้โดยไม่คำนึงว่า เขาได้เรียนรู้เรื่องนั้นจากบทเรียนมาแล้วหรือยัง ซึ่งการเรียนรู้ดังกล่าว มีลักษณะเป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงแม้ว่าจะอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์แต่ก็เป็นจำลองสถานการณ์จริง (simulation) ให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา

Brandes (1994) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความคิดและความรู้สึกในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 - 6 จำนวน 28 คน โดยใช้การวิเคราะห์จากภาพวาด การตอบแบบสอบถาม การระดมความคิดของกลุ่ม การศึกษาประวัติ และการสัมภาษณ์ โดยศึกษากระบวนการเข้าใจเหตุผลทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2 ด้าน คือ ด้านพุทธิปัญญา (cognitive) ซึ่งเขาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุส่วนประกอบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ชัดเจนได้ และไม่เข้าใจธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงส่งผลโดยอ้อมกับเหตุผลด้านเจตคติ (affective) คือ ถึงแม้ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีคืออยากรู้และสนใจสิ่งรอบตัว แต่เขาก็ยังไม่มั่นใจและไม่เชื่อมั่นในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของตนเอง ดังนั้น เขากล่าวว่า ควรให้ความสนใจกับเหตุผลด้านเจตคตินี้ให้มาก เพราะเป็นที่มาของผลการเรียนรู้ในเรื่องอื่นๆ ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Tuke และ Papert (1991) ที่ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียน 2 ด้าน คือ ด้านพุทธิปัญญา (cognitive) และจิตพิสัย (affective) ที่มีส่วนสัมพันธ์ เสริมรับซึ่งกันและกัน โดยเสนอแนวคิดที่ว่า ผู้เรียนจะสนใจใฝ่รู้เรื่องใดก็ตาม นั่นคือ เขามีทัศนคติทางบวกในการเรียนรู้เรื่องนั้น แต่ต้องประกอบกับการได้ลงมือปฏิบัติในกิจกรรมอะไรก็ได้เช่นกันที่จะทำให้เขามีความรู้ในเรื่องที่อยากรู้นั้นได้จริงดังที่ได้ตั้งใจ

ในการนำเอาการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้น Kafai (1995) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ผ่านกิจกรรมการออกแบบ ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้สร้างสิ่งที่เขาสนใจให้ออกมาเป็นรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์และเกม โดยได้ทำการศึกษาวิจัยกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 16 คน โดยเริ่มจากการเขียนแผนงาน 5 นาที และอีก 45 นาที ใช้ในการสร้างงานในคอมพิวเตอร์หรือการประดิษฐ์สิ่งต่างๆ พบว่า นักเรียนสามารถสร้างสรรค์งานในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้เป็นเรื่องราวหรือเกมที่ตนสนใจโดยพวกเขาต้องคิดออกแบบและสร้างโปรแกรมหทดลอง และปรับปรุงแก้ไขจนสามารถเล่นได้จริง โดยงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ สำคัญคือ ให้นักเรียนได้เรียนรู้การวางแผนที่เป็นรูปธรรมคือเป็นแผนงานที่สามารถนำไปดำเนินการได้จริง ไม่ว่าจะมียุทธวิธีอย่างไรก็ตาม ผู้เรียนจะต้องแก้ไขให้ได้ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ความรู้สึกที่ได้จากการลงมือปฏิบัตินั้นๆ และพบว่าผู้เรียนแต่ละคนใช้เวลาในการเรียนรู้และค้นพบความรู้ต่างกัน แต่ทุกคนสามารถถึงจุดมุ่งหมายของตนได้เหมือนกัน

จากการที่มีผู้วิจัยที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของเด็กแล้ว ได้มีผู้สนใจศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้และการรับรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของคนในชุมชนในระดับอายุต่างๆ กัน คือกลุ่มของผู้ที่มีกรอบคิดตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ ได้แก่ Papert , King , Cavallo และ Urrea (1998 อ้างถึงใน Papert ,1999) ได้ทำการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องในโครงการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ส่งผลกระทบต่อความสนใจใฝ่รู้ของคนในชุมชนใจกลางเมืองหลวงของประเทศอเมริกา โดยได้ศึกษากับกลุ่มคนอายุระหว่าง 6 - 78 ปี ที่พักอาศัยอยู่ในชุมชนซึ่งเป็นศูนย์กลางของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า กลุ่มคนดังกล่าวมีความสนใจใฝ่รู้ข้อมูลความเคลื่อนไหวของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งระดับประเทศและระดับโลก พวกเขาสนใจร่วมกิจกรรมและใช้เทคโนโลยีในชุมชนอย่างเต็มที่ แม้ว่าเขาจะไม่เข้าใจกลไกความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เข้ามาเกี่ยวข้อง แต่เขาก็เรียนรู้จากสภาพแวดล้อมและความสนใจใฝ่รู้ของพวกเขาเอง

นอกเหนือไปจากการศึกษาถึงลักษณะการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับอายุต่างๆ แล้ว ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับระดับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังที่ อนุวัฒน์ ฉินสูงเนิน (2539) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัด กรมสามัญศึกษา จังหวัดนครราชสีมา โดยได้ศึกษาความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนในด้านความเข้าใจในสิ่งแวดล้อมด้านการใช้กระบวนการคิดหาเหตุผลในการสืบเสาะหาความรู้เพื่อที่จะเข้าใจสิ่งแวดล้อม ด้านการมีจิตใจเป็นนักวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 3,000 คน พบว่า ช่วงคะแนนของการศึกษาในด้านต่างๆ ดังกล่าวส่วนใหญ่อยู่ในช่วงปานกลาง คือ ค่าเฉลี่ยร้อยละ 45 - 53 โดยมีช่วงคะแนนด้านการมีจิตใจเป็นนักวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วงดี คือ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 70.60 - 71.80

นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งได้แก่ อมราพร ครุชาติ (2541) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีปากพนัง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเกี่ยวกับ

ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในด้านทักษะสากลเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีปากพนัง จำนวน 100 คน พบว่า ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และทักษะสากลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยว่า ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาหาความรู้จากแหล่งต่างๆ ให้นักเรียนมีโอกาสค้นคว้าและทำการทดลองด้วยตนเองตามลำพัง เลือกศึกษาและทำการทดลองในประเด็นที่เขาสงสัย จัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดเจตคติและค่านิยมที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มากขึ้น

สตัลีย์ เพชรเจริญจริง (2542) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความคิดเห็นระหว่างผู้เรียนในระบบโรงเรียนและผู้เรียนนอกระบบโรงเรียนต่อการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติพบว่า นักเรียนทั้งในระบบและนอกระบบโรงเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติทั้ง 9 กิจกรรมอยู่ในระดับมาก และได้แสดงความคิดเห็นว่า ควรจัดให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมในลักษณะดังกล่าวนี้ในโรงเรียนหรือแหล่งค้นคว้าอื่นที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่นักเรียนสนใจเพิ่มขึ้นด้วย

จากการที่มีผู้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์ แสดงให้เห็นว่า ลักษณะการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์มีจุดเน้นที่การให้โอกาสนักเรียน ได้เรียนรู้ในสิ่งที่เขาสงสัย โดยการสร้างสรรค์บางสิ่งบางอย่างด้วยวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีผลต่อการเรียนรู้ทั้ง 2 ด้าน คือ ด้านพุทธิปัญญา (cognitive) และเจตคติ (affective) เนื่องจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต้องอาศัยการคิดที่ซับซ้อน และมีเหตุผลที่สามารถพิสูจน์ได้จริง ดังนั้นในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต้องให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้ง 2 ด้าน เช่นกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำหลักการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสต์มาเป็นแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ คือมีความสนใจ อยากรู้ในสิ่งที่สงสัยเป็นพื้นฐานเพื่อนำไปสู่การลงมือปฏิบัติเพื่อการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย และสามารถสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในเรื่องที่สนใจนั้นได้