# ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪ: ಒಂದು ಪರಿಚಯ

**ವಿಲಿಯಂ ಎಫ್. ಮೆಕೋಮಸ್ ಮತ್ತು ಹೈಯಾ ಆಲ್ಮಜ್ರಾ**

**ಸೆಂಟರ್ ಟು ಅಡ್ವಾನ್ಸ್ ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಷನ್, ಸ್ಕೂಲ್ ಆಫ್ ಎಜುಕೇಷನ್, ದಿ ಯುನಿವರ್ಸಿಟಿ ಆಫ್ ಸದರ್ನ್ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯಾ, ಲಾಸ್ ಎಂಜಲೆಸ್, ಸಿಎ 90089–0031, ಯುಎಸ್ಎ**

**ಮೈಕೆಲ್ ಪಿ. ಕ್ಲಾಫ್**

**ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಷನ್ ಸೆಂಟರ್, ದಿ ಯುನಿವರ್ಸಿಟಿ ಆಫ್ ಐಯೋವಾ, ಐಯೋವಾ ಸಿಟಿ, ಐಎ 52242–1478, ಯುಎಸ್ಎ**

**ಸಾರಾಂಶ:** ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ಕೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತ (nature of science (NOS)) ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯನ್ನು ನೀಡಿದ ತರುವಾಯ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಾಕ್ಷರ ಸಮಾಜಕ್ಕೆ ಅತಿಮುಖ್ಯವೆನ್ನಬಹುದಾದ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ವಿಷಯಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ವ್ಯಾವಹಾರಿಕವಾದ ಬಹುಮತಾಭಿಪ್ರಾಯವಿರುವುದು ಎಂದು ನಾವು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುತ್ತೇವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತ ಬೋಧನೆಯು ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸಬೇಕಾದ್ದು ಆವಶ್ಯಕ. ಶಿಕ್ಷಕರ ವಿಜ್ಞಾನ ಸ್ವರೂಪದ ಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಅವರು ಕೈಗೊಳ್ಳುವ ಬೋಧನಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ನಿರ್ಣಯಗಳು ಸರಳವಲ್ಲವಾದರೂ, ಅವೆರಡರ ನಡುವೆ ಸಂಕೀರ್ಣ ಅಂತರ್ಕ್ರಿಯೆ ಇರುವುದೆಂಬ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ನಾವು ಸಮರ್ಥಿಸುತ್ತೇವೆ. ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ತಿಳಿವನ್ನು ಸುಧಾರಿಸಲು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಅಧ್ಯಯನ ಮತ್ತು ಸಂಶೋಧನಾ ಅನುಭವಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವುದನ್ನು ಸಲಹೆ ಮಾಡಿದೆಯಾದರೂ, ಈ ಎರಡೂ ವಿಧಾನಗಳು ಅನುಭವದಿಂದ ಪ್ರಮಾಣಿತವಾಗಿಲ್ಲ. ಆದಾಗ್ಯೂ, ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತ ಬೋಧನಯೆ ಸುವ್ಯಕ್ತ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿವೆ. ಮೆಕೋಮಸ್ (McComas) (1998) ನ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗಿರುವ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಆವೃತ್ತಿಯಾದ ಈ ಲೇಖನವು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತ ಬೋಧನೆಗಳ ಅಪೇಕ್ಷಿತ ,ಸ್ಥಿತಿಯ ಬಗೆಗಿನ ಸಲಹೆಯೊಂದಿಗೆ ಮುಕ್ತಾಯಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ವಿಜ್ಞಾನ ಎಂಬುದು, ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಭಿನ್ನ ಸಾಮಾಜಿಕ ಅಧ್ಯಯನಗಳೆನಿಸಿರುವ ಇತಿಹಾಸ, ಸಮಾಜ ಶಾಸ್ತ್ರ, ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನದ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಂಶಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಜ್ಞಾನಾತ್ಮಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಸಮ್ಮಿಳನದಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನವೆಂದರೇನು, ಅದು ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯಪ್ರವೃತ್ತವಾಗುವುದು ಎಂಬ ಸಮೃದ್ಧ ಮತ್ತು ಉಪಯುಕ್ತ ವಿವರಣೆಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡದ್ದಾಗಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ಶಿಕ್ಷಕರು ಮತ್ತು ಅವರ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅಂತಹ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಕುರಿತು ತಿಳಿವನ್ನು ಗಳಿಸುವುದು ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾಗಿದೆ.

ವಸ್ತುತಃ ಆಧುನಿಕ ಜೀವನದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅಂಶದ ಮೇಲೂ ವಿಜ್ಞಾನ ತನ್ನ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಸರ್ವದಾ ಬೀರುತ್ತಲಿದ್ದು, ಈ ಪ್ರಭಾವ ಅದರಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಅದರ ವಿಚಾರಗಳಿಂದ ಹೊರಡುವ ಗಹನವಾದ ತಾತ್ವಿಕ ನಿಹಿತಾರ್ಥಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗಿದೆ. ಆದಾಗ್ಯೂ, ಇದರ ಪ್ರಭಾವ ಅಗಾಧವಾಗಿರುವುದರ ಹೊರತಾಗಿಯೂ ಸಹ, ಕೇವಲ ಕೆಲವರಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಈ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಯೋಜನೆ ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯೋನ್ಮುಖವಾಗುತ್ತದೆಯೆಂಬ ಮೂಲಭೂತ ಅರಿವಿದೆ. ಈ

ತಿಳುವಳಿಕೆಯ ಕೊರತೆಯು ಸಂಭಾವ್ಯ ಹಾನಿಕಾರಕವಾಗಿದೆ. ವಿಶೇಷವಾಗಿ, ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಹಣ ಒದಗಣೆಯ ನಿರ್ಧಾರಗಳಲ್ಲಿ ನಾಗರಿಕರ ಪಾತ್ರವಿರುವ ಸಮಾಜಗಳಲ್ಲಿ, ನೀತಿ ವಿಷಯಗಳ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಕಾನೂನಿನ ಕಾರ್ಯಕಲಾಪಗಳಲ್ಲಿ ಒದಗಿಸಲಾಗುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಾಕ್ಷಿಗಳನ್ನು ತೂಗಿ ನೋಡುವಲ್ಲಿ ಈ ಕೊರತೆ ಹಾನಿಕರ. ಹಲವು ಅತಾರ್ಕಿಕ ನಿರ್ಧಾರಗಳ ಮತ್ತು ವಿಚಾರಹೀನ ನಿಲುವುಗಳ ಮೂಲವು ವಿಜ್ಞಾನದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ತಪ್ಪು ತಿಳುವಳಿಕೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.

## ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತಾದ ಒಮ್ಮತದ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳು

ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿವನ್ನು ಗಳಿಸಲು ಶಿಕ್ಷಕರು ಅಥವಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸಹಾಯಕವಾಗಲೆಂದು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲಾಗುವ ಯಾವುದೇ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ರಮ ಅಥವಾ ಅಧ್ಯಾಯನದ ಘಟಕವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಲು ತೊಡಗುವ ಮುನ್ನ, ಪಠ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ತರಗತಿ ನೇರ ಸಂವಾದದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ನಾವು ಹೊಂದಬೇಕಾದ ಯೋಗ್ಯವಾದ ಮೌಲ್ಯಯುತ ಜ್ಞಾನ ಯಾವುದೆಂಬ ಸಾಮಾನ್ಯ ಕಲ್ಪನೆ ನಮಗಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಗುಣ ವಿವರಣೆ ಮಾಡುವುದರಲ್ಲಿ ಗಮನಾರ್ಹ ಪ್ರಗತಿ ಸಾಧಿಸಿದ್ದರೂ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಭಿನ್ನಾಭಿಪ್ರಾಯ ಇದ್ದೇ ಇದೆ. ಸುಮಾರು ಮೂವತ್ತು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಹೆರನ್ (Herron) (1969) ಎಂಬಾತ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪ ಮತ್ತು ರಚನೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ತರ್ಕಬದ್ಧವೂ, ನಿಖರವೂ ಆದ ವಿವರಣೆ ಇಲ್ಲವೆಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದ, ಮತ್ತು ಈ ಭಾವನೆಯನ್ನು ಇತ್ತೀಚಿನ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳು  ಮಾರ್ದನಿಸುತ್ತಿವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ ಲೌಡೆನ್(Lauden) ಹೀಗೆ ಹೇಳುತ್ತಾನೆ '.....ವಿಜ್ಞಾನ ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯೋನ್ಮುಖವಾಗುವುದೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಸುಸ್ಥಿರೀಕರಿಸಿದ ಯಾವುದೇ ಸಾಮಾನ್ಯ ಚಿತ್ರಣವಾಗಲೀ, ಸಾಮಾನ್ಯ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅನುಮೋದಿತವಾಗಬಲ್ಲ  ಯೋಗ್ಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಿದ್ಧಾಂತವಾಗಲೀ ನಮ್ಮ ಬಳಿ ಇಲ್ಲ' (Ginev (ಜಿನೇವ್)ನಲ್ಲಿ, 1990, ಪುಟ. 64). ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರಿಶೋಧನೆ ಮತ್ತು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಸೂಕ್ತ ಚಿತ್ರಣದ ಬಗೆಗಿನ ಒಮ್ಮತದ ಕೊರತೆಯನ್ನು ಡೂಷ್ಲೇ (Duschl) (1994) ಉಲ್ಲೇಖಿಸುತ್ತಾನೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕವೂ ಅಲ್ಲ, ಸ್ಥಿರವೂ ಅಲ್ಲ ಎಂಬ ಅಂಶದತ್ತ ಲೀಡರ್ಮೆನ್ (Lederman) (1992) ನಮ್ಮ ಗಮನ ಸೆಳೆಯುತ್ತಾನೆ. ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ತಾತ್ವಿಕ ವಿಷಯಗಳು ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯದ ಸ್ವರೂಪವೂ ಸಹ ಕೊಂಚ ಮಟ್ಟಿಗೆ ವಿವಾದಾಸ್ಪದವಾಗಿಯೆ ಇರುವುದಾದರೂ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿ ಸಾಕ್ಷರವಾದ ಸಮಾಜಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಂತ ಮುಖ್ಯವಾದ ವಿಷಯಗಳಾವುವು ಎಂಬ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಹೆಚ್ಚು ವಿವಾದಗಳಿಲ್ಲ. ವಿಜ್ಞಾನ ಎಂದರೇನು, ಅದು ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯ ಪ್ರವೃತ್ತವಾಗುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ಪೂರ್ಣರೂಪದ ಅಂಗೀಕಾರದ ಕೊರತೆಯಿದೆ ಎಂಬ ವೆಲ್ಚ್ (Welch) ನ (1984) ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ಸಹಮತಿಸುತ್ತೇವೆಯಾದರೂ, ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದೊಡನೆ ಪ್ರಸಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದಲ್ಲಿನ ಮೂಲಭೂತ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಒಮ್ಮತವಿದೆ ಎಂಬಂಶವನ್ನು ನಾವು ಸಮರ್ಥಿಸುತ್ತೇವೆ.

ಕಳೆದ ಮೂರು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ, ರಾಬಿನ್ಸನ್(Robinson), 1968, 1969; ಮಾರ್ಟಿನ್ (Martin), 1972; ಎನ್ನಿಸ್(Ennis), 1979; ಗಿಡಿನ್ಸ್(Giddins), 1982; ಲೀಡರ್ಮೆನ್ (Lederman), 1983; ಡೂಷ್ಲೇ(Duschl), 1988, ಮತ್ತು ಮ್ಯಾಥ್ಯೂಸ್(Matthews), 1994 ಮುಂತಾದ ಹಲವು ವಿದ್ವಾಂಸರು ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಬೇಕಾದ ವಿಜ್ಞಾನದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ಕುರಿತಂತೆ ಸುಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಮತ್ತು ಸೂಚ್ಯವಾಗಿ ಸಲಹೆಗಳನ್ನಿತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

**Commented [k1]:** Some of the authors in english could be repeated in citations such as these or sometimes mentioned with another author for the reason to write one and leave the other may seem odd. This is throughout the article.

ದೃಷ್ಟಾಂತಕ್ಕೆ, ಎಂಟು ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣ ಮಾನದಂಡಗಳ ದಸ್ತಾವೇಜುಗಳಲ್ಲಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತ ಶಿಫಾರಸುಗಳಲ್ಲಿ ಗಮನಾರ್ಹ ಅತಿವ್ಯಾಪನೆ ಗೋಚರವಾಗುತ್ತದೆ (McComas(ಮೆಕೋಮಸ್) & Olson(ಒಲ್ಸನ್), 1998) (ಕೋಷ್ಟಕ 1). ಖಂಡಿತವಾಗಿ, ಈ ಕೆಳಗಿನ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿರುವ ವಿಷಯಗಳು ಸಂಕೀರ್ಣವಾಗಿದ್ದರೂ ಸಹ, ಅದನ್ನು ನಾವು K–12 (ಕಿಂಡರ್‌ಗಾರ್ಟನ್‌ನಿಂದ 12 ನೇ ತರಗತಿಯವರೆಗಿನ ಶಾಲಾ ಶಿಕ್ಷಣದ ಅವಧಿ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಲು ಅಮೆರಿಕದಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಸಂಕೇತ.) ನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ, ಅವರ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಶಿಫಾರಸು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದೇವೆಯೇ ವಿನಃ ಭಾವಿ ವಿಜ್ಞಾನ ತತ್ವಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗಲ್ಲ.

ವಿಜ್ಞಾನ ಸ್ವರೂಪದ ಪ್ರಮಾಣಕಗಳನ್ನು ರಚಿಸುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಈ ಶಿಫಾರಸುಗಳು ಯಾರನ್ನು ಉದ್ದೇಶಿಸಿದೆ ಮತ್ತು ಆ ಉದ್ದೇಶಿತ ಗುಂಪಿಗೆ (target group) ಸೂಕ್ತವಾದ ಸಂಕೀರ್ಣತೆಯ ಪ್ರಮಾಣ (degree of sophistication) ಏನಿರಬೇಕು ಎಂಬ ಅರಿವು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದ ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಅಂಶವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಲ್ಲದೆ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಾಮಾಜಿಕ ಅಧ್ಯಯನಗಳಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನದ ಚಿತ್ರಣ ತಕ್ಕಮಟ್ಟಿಗೆ ಸ್ಪುಟವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ವಿಶ್ವಾಸದೊಂದಿಗೆ ಮುನ್ನಡೆಯುತ್ತಾ ವಿಜ್ಞಾನ ಎಂಬ ವಿಷಯದ ಸತ್ತ್ವ ಮತ್ತು ಮಿತಿಗಳ ವಾಸ್ತವಿಕ ಚಿತ್ರಣವನ್ನು ಒದಗಿಸಬಲ್ಲರು (Smith *et al.,* (ಸ್ಮಿತ್ ಮತ್ತು ಇತರರು), 1997). ಸಹಮತವಿಲ್ಲದೆಡೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ಅನೇಕ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳನ್ನು ಪ್ರಸ್ತುತಪಡಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಮ್ಯಾಥ್ಯೂಸ್ (1997) ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುವಂತೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದ ಸ್ವರೂಪದ ಉದ್ದೇಶ ಏಕಪಕ್ಷೀಯವಾದ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ತಲೆಗೆ ತುಂಬುವುದಾಗಿಲ್ಲ. ಬದಲಾಗಿ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ನಿಲುವನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಲು ಇರುವ ಕಾರಣಗಳನ್ನು ಉದ್ದೇಶಿಸುವುದಾಗಿದೆ.

## ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪ: ಐತಿಹಾಸಿಕ ದೃಷ್ಟಿಕೋನ

ವಿಜ್ಞಾನದ ಮತ್ತು ಅದರ ಸ್ವರೂಪದ ತಿಳಿವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಇರಬೇಕೆಂಬ ವಾದದ ಮೂಲವನ್ನು ಈ ಶತಮಾನದ (ಅರ್ಥಾತ್, 20ನೇ ಶತಮಾನ) ಪ್ರಾರಂಭದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಆ ಕಾಲಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ 'ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಅರಿವು' ಎಂಬ ನುಡಿಗಟ್ಟನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಹೇಳಿರಲಿಲ್ಲವಾದರೂ, ಆ ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಧಿಸಲು ತಕ್ಕುದಾದ ಗುರಿಗಳು ಎಂದು ವಿಜ್ಞಾನದ ಕೆಲವು ಅಂಶಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲಾಯಿತು.

**ಕೋಷ್ಟಕ 1**

**ಎಂಟು ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಮಾನದಂಡಗಳ ದಸ್ತಾವೇಜುಗಳಿಂದ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಉದ್ದೇಶಗಳ ಒಮ್ಮತಾಭಿಪ್ರಾಯದ ಒಂದು ನೋಟ**

---

- ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನವು ಬಹುಕಾಲ ಇರುವಂಥದ್ದಾದರೂ ಅನಿಶ್ಚಿತ ಗುಣಲಕ್ಷಣವುಳ್ಳದ್ದಾಗಿದೆ

- ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನವು ಅವಲೋಕನ, ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳು, ತರ್ಕಪೂರಿತ ವಾದ ಮತ್ತು ಸಂದೇಹವಾದಗಳ ಮೇಲೆ ಪೂರ್ಣತಃ ಅಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಅಧಿಕವಾಗಿ ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ
- ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಮಾಡಿ ಕಲಿಯಲು ಏಕಮೇವ ಮಾರ್ಗವೆಂದಿಲ್ಲ (ಆದ್ದರಿಂದ, ಯಾವುದೇ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕವಾದ ಸೋಪಾನಗತ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನವೂ ಇಲ್ಲ)
- ಸಹಜ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನವೇ ವಿಜ್ಞಾನ
- ನಿಯಮಗಳು ಹಾಗು ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಪಾತ್ರಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳು ಇದ್ದಾಗ್ಯೂ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ನಿಯಮಗಳಾಗಿಬಿಡುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಗಮನಿಸಬೇಕು
- ಸರ್ವ ಸಂಸ್ಕೃತಿಗಳಿಗೆ ಸೇರಿದ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಕೊಡುಗೆ ನೀಡುತ್ತಾರೆ
- ಹೊಸ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ, ಮುಕ್ತವಾಗಿ ನಿರೂಪಿಸಬೇಕು
- ನಿಖರವಾದ ದಾಖಲಿಕೆ (record keeping), ಸಮಾನಸ್ಕಂಧರಿಂದ ಪುನರ್ಪರಿಶೀಲನೆ ಮತ್ತು ಪುನರಾವರ್ತನೀಯತೆಗಳು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಆವಶ್ಯಕ
- ಪರಿವೀಕ್ಷಣೆಗಳು ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳಿಂದ ಪ್ರಭಾವಿತಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ
- ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸೃಜನಶೀಲರು
- ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ವಿಕಾಸಾತ್ಮಕ ಮತ್ತು ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳೆರಡೂ ಗೋಚರಿಸುತ್ತವೆ
- ವಿಜ್ಞಾನವು ಸಾಮಾಜಿಕ ಮತ್ತು ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ಸಂಪ್ರದಾಯಗಳ ಭಾಗವಾಗಿದೆ
- ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತವೆ
- ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಗಳು ಅವುಗಳ ಸಾಮಾಜಿಕ ಮತ್ತು ಐತಿಹಾಸಿಕ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಿಂದ ಪ್ರಭಾವಿತವಾಗುತ್ತವೆ

---

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, 1907ರಲ್ಲಿ Central Association of Science and Math Teachers (ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಅಸೋಸಿಯೇಷನ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್ ಆಂಡ್ ಮ್ಯಾಥ್ ಟೀಚರ್ಸ್ ಸಂಘವು) ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನ ಮತ್ತು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಬಲವಾದ ಒತ್ತು ನೀಡಿತು ಎಂದು ಲೀಡರ್ಮೆನ್ (1992) ವರದಿ ಮಾಡಿದ. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನ ಸಂಪಾದನೆಗಿಂತ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನದ ಅರಿವು ಗಳಿಸುವುದು ಹೆಚ್ಚು ಮುಖ್ಯ ಎಂದು 1916 ರಲ್ಲಿ ಡ್ಯೂಯಿ (Dewey) ಮಂಡಿಸಿರುವ ವಾದವನ್ನು ಹಾಡ್ಸನ್ (Hodson) (1991) ಉಲ್ಲೇಖಿಸುತ್ತಾನೆ. ಜಾಫಿ (Jaffe) (1988) ಎಂಬಾತ ತನ್ನ *'New World of Chemistry (ನ್ಯೂ ವರ್ಲ್ಡ್ ಆಫ್ ಕೆಮಿಸ್ಟ್ರಿ)'* ಎಂಬ ಪ್ರೌಢಶಾಲಾ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಉದ್ದೇಶಗಳನ್ನು ಈ ರೀತಿ ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಿದನು – ಪ್ರಯೋಗಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿರುವಾಗ ನಿರ್ಣಯ ಬದಲಾವಣೆ, ಹೊಸ ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಸಿದ್ಧಾಂತವೊಂದನ್ನು ಕೈಬಿಡುವ ಒಲವು ಮತ್ತು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ನಿಯಮಗಳು ಅಂತಿಮ ಸತ್ಯ ಎಂದೇನಲ್ಲ ಎಂಬ ಅರಿವು.

ಸಾವಿರದ ಒಂಬೈನೂರ ನಲವತ್ತಾರ (1946)ರಲ್ಲಿ ಜೇಮ್ಸ್ ಬ್ರೆಯೆನ್ ಕಾನಂಟ್ (James Bryan Conant), ಯೇಲ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಗೆ ಐತಿಹಾಸಿಕ ವಿಧಾನ

ಎಂಬ ಸಾಮಾನ್ಯ ವಿಷಯವನ್ನು ಕುರಿತು ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾದ ತನ್ನ ಟೆರ್ರಿ ಉಪನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ನೀಡಿದ (1951). ಎಲ್ಲ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ಯೋಜನಾತಂತ್ರಗಳನ್ನು, ಕಾರ್ಯನೀತಿಗಳನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು ಎಂದು ಆತ ಸಲಹೆ ನೀಡಿದ. ಈ ಶತಮಾನದ ಉತ್ತರಾರ್ಧದಲ್ಲಿ (ಅರ್ಥಾತ್, 20 ನೇ ಶತಮಾನ) National Society for the Study of Education (ನ್ಯಾಷನಲ್ ಸೊಸೈಟಿ ಫಾರ್ ದಿ ಸ್ಟಡಿ ಆಫ್ ಎಜುಕೇಷನ್) ಎಂಬ ಸಂಘವು ನಾವೀಗ ಕರೆಯುತ್ತಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪ ಎಂಬ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನೇ ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಯ ಪ್ರಮುಖ ಗುರಿ ಎಂದು ಸುಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸಿತು:

> ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಗೆ ಎರಡು ಪ್ರಧಾನ ಗುರಿಗಳಿವೆ; ಒಂದು ಜ್ಞಾನ, ಮತ್ತೊಂದು ವಿಜ್ಞಾನ ಯೋಜನೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ರಮಗಳಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಮತ್ತು ನಿಯಮಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಉಪಯುಕ್ತ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಗಳಿಸಬೇಕು. ವಿಜ್ಞಾನವು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿತ, ವರ್ಗೀಕೃತ ವಾಸ್ತವಾಂಶಗಳ ಸಂಗ್ರಹಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನದು . . . . . . . ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯೊಬ್ಬನು(ಳು) ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು, ಅದು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೊಂಡ ಬಗೆ ಮತ್ತು ಅದರ ವಿನಿಯೋಗಗಳನ್ನು ಕುರಿತಾಗಿ ಒಂದಷ್ಟನ್ನು ಕಲಿಯುವ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿದೆ. (Hurd (ಹರ್ಡ್), 1960, ಪುಟ. 34)

ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಸೇರ್ಪಡೆಗೆ ಪ್ರಮುಖವಾದ ಸಮರ್ಥನೆಯೊಂದನ್ನು ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನೂ, ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧಕನೂ ಆದ ಶ್ವಾಬ್ (Schwab) (1964) ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ. ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು 'ಪಕ್ಕಾ ಶಬ್ದಬಾಹುಳ್ಯ ತೀರ್ಮಾನಗಳೆಂಬಂತೆ (umitigated rhetoric of conclusions) ಬೋಧಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ; ಅಲ್ಲಿ ಸದ್ಯದ, ತಾತ್ಕಾಲಿಕ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಅವು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ, ಅಕ್ಷರಶಃ, ಮಾರ್ಪಡಿಸಲಾಗದ ಸತ್ಯಗಳೆಂದು ಬೋಧಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ' ಎಂದು ಆತ ಸರಿಯಾಗಿಯೇ ಅವಲೋಕಿಸಿ ಹೇಳಿದ್ದಾನೆ (ಪುಟ. 24).

ಸಾವಿರದ ಒಂಬೈನೂರ ಅರವತ್ತರ (1960) ದಶಕದ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಕ್ರಮ ಯೋಜನೆಗಳ ಆಗಮನದೊಂದಿಗೆ, ಕೆಲವು ಪಠ್ಯಕ್ರಮ ವಿನ್ಯಾಸಕಾರರು ಬೋಧನೆಯ ಗಮನ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು 'ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಏನು ತಿಳಿದಿದ್ದಾರೆ' ಎಂಬ ಮೂಲಭೂತ ಗುರಿಯಿಂದ 'ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹೇಗೆ ತಿಳಿಯುತ್ತಾರೆ?' ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಯ ಪರಿಶೀಲನೆಯತ್ತ ಬದಲಾಯಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಕೈಗೊಂಡರು. ಈ ನಡೆಯಲ್ಲಿ 'ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮಾಡುವುದು ಏನು?' ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಒತ್ತು ನೀಡಿದ ಶ್ವಾಬ್‌ನ (1960) ಆಲೋಚನೆಯು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿತವಾಗಿದೆ. ಕ್ಲಾಫರ್ (Klopfer) ನ (1964–66, 1969) *'History of Science Cases (ಹಿಸ್ಟರಿ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್ ಕೇಸಸ್)'* ಮತ್ತು *'Harvard Project Physics (ಹಾರ್ವರ್ಡ್ ಪ್ರಾಜೆಕ್ಟ್ ಫಿಸಿಕ್ಸ್)'* (Rutherford (ರದರ್‌ಫೋರ್ಡ್), Holton (ಹಾಲ್ಟನ್) ಮತ್ತು Walton (ವಾಲ್ಟನ್), 1970) ಹಾಗೂ ಜೈವಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಕ್ರಮ ಅಧ್ಯಯನಗಳ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಕ್ಕೆ ತಳಹದಿಯಂತಿರುವ ಶ್ವಾಬ್‌ನ ಮೌಲಿಕ ಕೊಡುಗೆಗಳು ಔಪಚಾರಿಕ ಪಠ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ನಿರೂಪಿಸುವ ಮುಖ್ಯ ಪ್ರಯತ್ನಗಳಾಗಿವೆ.

ಸಾವಿರದ ಒಂಬೈನೂರ ಅರವತ್ತರ ದಶಕದ ಅಂತ್ಯದಲ್ಲಿ ಶಾಲಾ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ಅವಶ್ಯವಾಗಿ ಸೇರಿಸಬೇಕಾದ ವಿಜ್ಞಾನ ಸ್ವರೂಪದ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುವ, ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸುವ ಹಲವಾರು ಮುಖ್ಯ ಗ್ರಂಥಗಳು ಪ್ರಕಟವಾದವು. ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ರಾಬಿನ್ಸನ್ (1968) ತನ್ನ *'The Nature of Science and Science Teaching (ದಿ ನೇಚರ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್ ಆಂಡ್ ಸೈನ್ಸ್ ಟೀಚಿಂಗ್)'* ಎಂಬ ಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧಕರಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಿಗುವಂತೆ ಒದಗಿಸಿದ. ಭೌತಿಕ ವಾಸ್ತವಿಕತೆಯ ಸ್ವರೂಪದ ಒಂದು ಪಕ್ಷಿನೋಟವನ್ನು, ಸಂಭವನೀಯತೆ,

ನಿಸ್ಸಂದಿಗ್ಧತೆ, ಕಾರ್ಯಕಾರಣತ್ವಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ಭೌತಿಕ ವಿವರಣೆಯ ಅಂಶಗಳನ್ನು, ಮತ್ತು ವಿವಿಧ ವಿಜ್ಞಾನದ ಶಿಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತ ದೃಷ್ಟಿಕೋನವನ್ನು ರಾಬಿನ್ಸನ್ ತನ್ನ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ಒದಗಿಸಿದ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೋಧನೆ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ನಡುವಿನ ಅಂತರ್‌ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾಗಿ ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದ ವಿಷಯಗಳೊಂದಿಗೆ ಮುಕ್ತಾಯಗೊಳಿಸಿದನು. ಮಾರ್ಟಿನ್ (Martin) (1972), *'Concepts of Science Education: A Philosophical Analysis (ಕಾನ್ಸೆಪ್ಟ್ಸ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಷನ್: ಎ ಫಿಲೊಸಾಫಿಕಲ್ ಅನಾಲಿಸಿಸ್)'* ಎಂಬ ತನ್ನ ಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ರಾಬಿನ್ಸನ್ ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನೂ ಬೋಧಿಸಬೇಕೆಂದು ಸಮರ್ಥಿಸಿ ಮಂಡಿಸಿದ ಹಲವು ವಾದಗಳನ್ನೇ ಪುನರುಚ್ಚರಿಸಿದ. ಜೊತೆಗೆ, ವಿಜ್ಞಾನ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ ಹಲವು ಪ್ರಮುಖ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಆತ ಪುನರ್‌ಪರಿಶೀಲಿಸಿದ. ಆ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳೆಂದರೆ, ಶೋಧನಾತ್ಮಕ ಕಲಿಕೆಯ ಮೌಲ್ಯ, ವಿವರಣೆಯ ಸ್ವರೂಪ, ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ವಿಜ್ಞಾನದ ಕಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಅವಲೋಕನದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು. ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದ ಗುರಿಗಳು ಎಂಬ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯು ವ್ಯಾಪಕವಾದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರವೃತ್ತಿಗಳನ್ನು ಗಳಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು ಎಂದು ಆತ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಹೇಳಿದ್ದಾನೆ.

ಈಗ ಅವಗಣನೆಗೆ ಒಳಗಾಗಿರುವ, ತೀರಾ ಮುಂಚಿನಿಂದಲೇ ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿದ್ದ ಈ ಎಲ್ಲ ಯೋಜನೆ ಮತ್ತು ತರ್ಕಾಧಾರಗಳ ಹೊರತಾಗಿಯೂ, ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಕ್ರಮಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ವಾಸ್ತವಾಂಶಗಳನ್ನು ಅಥವಾ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಬೋಧಿಸುವ ಸಂಪ್ರದಾಯಕ್ಕೇ ಅಂಟಿಕೊಂಡು, ಆ ಜ್ಞಾನ ಹೇಗೆ ನಿರ್ಮಾಣವಾಯಿತೆಂಬುದನ್ನು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಉಪೇಕ್ಷಿಸಿರುವಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ. ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವೇನೆಂಬುದರ ಕುರಿತ ಸುಮಾರು ಐವತ್ತು ವರ್ಷಗಳ ಆಸಕ್ತಿಯ ಬಳಿಕವೂ ಯಾವುದೇ ಬದಲಾವಣೆ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, 1982 ರಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಯು ವಿಜ್ಞಾನದ ಅರ್ಥವನ್ನು ಅರಿಯಲು ಆವಶ್ಯಕವಾದ ಹಿನ್ನೆಲೆಯನ್ನು ಪ್ರಸ್ತುತ ಪಡಿಸುವುದಿಲ್ಲ ಎಂದು ಕಿಲ್ಬರ್ನ್ (Kilborn) ಮನವರಿಕೆ ಮಾಡಿಸಿದ. ಹತ್ತು ವರ್ಷಗಳ ಬಳಿಕ, ಗ್ಯಾಲಘರ್ (Gallagher) (1991) ಹೀಗೆ ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟ – 'ವಿಜ್ಞಾನದ ಪಾಠಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪಕ್ಕಿಂತ ನಾವು ಈಗಾಗಲೇ ಕಂಡುಕೊಂಡಿರುವ ವಿಷಯಗಳ ಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಪರಿಭಾಷೆಗಳಿಗೆ ಒತ್ತನ್ನು ನೀಡುತ್ತಿವೆ'. ಫ್ಲರಿ (Fleury) ಮತ್ತು ಬೆಂಟ್ಲಿ (Bentley) (1991) ವಿಜ್ಞಾನದ ಜ್ಞಾನವು 'ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಭೂತ ಆಧಾರರಚನೆ' ಯಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುವ ಬಗೆಯನ್ನು ಉಲ್ಲೇಖಿಸುತ್ತಾರಲ್ಲದೆ, ಅಂತಹ ಮೂಲಭೂತ ಆಧಾರರಚನೆ (infrastructure) ಜ್ಞಾನವೇ ದೋಷಯುಕ್ತವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಆಧರಿಸಿದ ಯಾವುದೇ ಜ್ಞಾನ ತಪ್ಪಾಗಿರವುದು (ದೋಷಾಸ್ಪದ)ಎಂದು ವಾದಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಬಹಳಷ್ಟು ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ವಿವರಣೆ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಪ್ಯಾರಾಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತವೂ, ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವೂ ಆಗಿದ್ದು, ಪುಸ್ತಕದ ಉಳಿದ ಭಾಗವೆಲ್ಲಾ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಇಡೀ ವಿಷಯವನ್ನೇ ವ್ಯಾಪಿಸುವಂತಹ ವಾಸ್ತವಾಂಶಗಳಿಂದ ಮತ್ತು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳಿಂದ ತುಂಬಿರುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವ ಬೆಂಟ್ಲಿ (Bentley) ಮತ್ತು ಗ್ಯಾರಿಸನ್(Garrison)ರವರ (1991) ನಿಶ್ಚಿತಾಭಿಪ್ರಾಯವು  ತರ್ಕಬದ್ಧವಾಗಿದೆ. ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಶಾಲಾ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಮಂಡಿಸುವ ವಿಚಾರಗಳು ಬಹುತೇಕ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕವಾಗಿ ದೋಷಪೂರಿತವೂ, ಅತಿ ಸರಳೀಕೃತಗೊಂಡವೂ, ಅಥವಾ ಅಪೂರ್ಣವೂ ಆಗಿರುವುವು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಾಸ್ತವಾಂಶಗಳನ್ನು, ಅನುಮಾನಿತ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು, ಮತ್ತು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು – ಅಂದರೆ ವಿಜ್ಞಾನ 'ಏನು' ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಕಲಿಯುತಿದ್ದಾರೆಯೇ ಹೊರತು ಈ ಜ್ಞಾನ ಎಲ್ಲಿಂದ ಉಗಮವಾಯಿತೆಂದು – ಅಂದರೆ, ವಿಜ್ಞಾನದ 'ಹೇಗೆ' (ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡಿತು) ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಕಲಿಯುತ್ತಿಲ್ಲ ಎಂದು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಡೂಷ್ಲೇ (1994) ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ.

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಈ ನಿರುತ್ಸಾಹಕರ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಮತ್ತಷ್ಟು ತೀವ್ರ ಟೀಕೆಗೆ ಒಳಗಾಗುತ್ತಿದೆ. ಶಾಲಾ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಕುರಿತ ಚರ್ಚೆಗಳು ತ್ವರಿತವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿದ್ದು, ಶಾಲೆಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅನುಭವಗಳಲ್ಲಿ ಜ್ಞಾನದ ಸೃಷ್ಟಿ ಮತ್ತು ಆದರ ಸುಸ್ಥಾಪನೆ ಹೇಗೆ ಆಗುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನೂ ಒಳಗೊಂಡಂತೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯೋನ್ಮುಖವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಗಮನ ಕೊಡಬೇಕು ಎಂದು ಈಗೀಗ ಕೆಲವರು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಕಳೆದ ದಶಕ ಒಂದರಲ್ಲೇ International History, Philosophy and Science Teaching Group (ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಇತಿಹಾಸ, ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನ ತಂಡ) ನ ಹಲವಾರು ಸಮ್ಮೇಳನಗಳು ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಾಮಾಜಿಕ ಅಧ್ಯಯನಗಳ ಪಾತ್ರದ ಬಗ್ಗೆ ಗಮನ ಹರಿಸಿವೆ [1]. ಇವಲ್ಲದೆ, ಹಲವಾರು ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಸಭೆಗಳ (1983ರಲ್ಲಿ Pavia (ಪವಿಯಾ), 1986ರಲ್ಲಿ Munich (ಮ್ಯೂನಿಕ್), 1988ರಲ್ಲಿ Paris (ಪ್ಯಾರಿಸ್)ಗಳಲ್ಲಿ) ಮುಖ್ಯ ಉದ್ದೇಶವು ಶಾಲಾ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸ ಮತ್ತು ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಏಕೆ ಸೇರಿಸಬೇಕು ಮತ್ತು ಹೇಗೆ ಸಮಗ್ರಗೊಳಿಸಬಹುದು ಎಂದು ಪರಿಶೀಲಿಸುವುದೇ ಆಗುತ್ತಾ ಬಂದಿದೆ. ಮೈಕೆಲ್ ಮ್ಯಾಥ್ಯೂಸ್ (Michael Matthews)ನ '*Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science* (*ಸೈನ್ಸ್ ಟೀಚಿಂಗ್: ದಿ ರೋಲ್ ಆಫ್ ಹಿಸ್ಟರಿ ಆಂಡ್ ಫಿಲಾಸಫಿ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್)'* ಎಂಬ 1994 ರ ಪುಸ್ತಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಸೇರ್ಪಡೆಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ವಾದಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿದೆ.

ಬ್ರಿಟನ್ನಿನ Association for Science Education (ಅಸೋಸಿಯೇಷನ್ ಫಾರ್ ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಷನ್) (1981) ಮುಂತಾದ ಸಂಘಗಳು, ಅಮೇರಿಕಾದ National Science Teachers Association (ನ್ಯಾಷನಲ್ ಸೈನ್ಸ್ ಟೀಚರ್ಸ್ ಅಸೋಸಿಯೇಷನ್)(1995), American Association for the Advancement of Science (ಅಮೆರಿಕನ್ ಅಸೋಸಿಯೇಷನ್ ಫಾರ್ ದಿ ಅಡ್ವಾನ್ಸ್‌ಮೆಂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್ )(1989, 1993) ಮತ್ತು National Research Council (ನ್ಯಾಷನಲ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಕೌನ್ಸಿಲ್) (1996) ಮುಂತಾದ ಸಂಘಗಳು ಶಾಲಾ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯವಿಷಯದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಅಳವಡಿಕೆಯನ್ನು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಅಂಗೀಕರಿಸಿವೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪ, ಅದರ ಪೂರ್ವಧಾರಣೆಗಳು, ಮೌಲ್ಯಗಳು, ಗುರಿಗಳು, ಮತ್ತು ಮಿತಿಗಳ ಅರಿವು ಗಳಿಸುವಂತೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸುವುದು ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಯ ಪ್ರಧಾನ ಗುರಿಯಾಗಬೇಕು ಎಂದು ಹಲವು ಸಮಕಾಲೀನ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ಒಪ್ಪುತ್ತಾರೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಮೋರಿಸ್ ಶೇಮೋಸ್ (Morris Shamos)(1995) ಎಂಬಾತ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಾಕ್ಷರತೆಯ ಗಳಿಕೆಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯವಸ್ತು ಆವಶ್ಯಕ ಎನ್ನಲಾಗದಿದ್ದರೂ ಇಂತಹ ಸಾಕ್ಷರತೆಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಪೂರ್ವಾಪೇಕ್ಷಿತವೇ ಆಗಿದೆ ಎಂದು *'The Myth of Scientific Literacy* (*ದಿ ಮಿಥ್ ಆಫ್ ಸೈಂಟಿಫಿಕ್ ಲಿಟರಸಿ)'* ಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ವಾದಿಸಿದ್ದಾನೆ.

## ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪ: ಒಂದು ತರ್ಕಾಧಾರ

### *ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಮತ್ತು ಶಿಕ್ಷಕರ ವಿಜ್ಞಾನ ಸ್ವರೂಪದ ಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಸ್ತುತ ಸ್ಥಿತಿ*

ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಹೊಂದಿರುವ ತಪ್ಪು ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ದಾಖಲಿಸಿರುವ ಹಲವಾರು ಅಧ್ಯಯನಗಳು ನಡೆದಿವೆ (Clough (ಕ್ಲಾಫ್), 1995; Lederman (ಲೀಡರ್ಮೆನ್), 1992;

Meyling (ಮೀಲಿಂಗ್), 1997; Rowell (ರಾವೊಲ್) ಮತ್ತು Cawthron (ಕಾಥ್ರಾನ್), 1982; Rubba (ರಬ್ಬಾ), Horner (ಹೋರ್ನರ್) & Smith (ಸ್ಮಿತ್), 1981). ರಯನ್ (Ryan) ಮತ್ತು ಐಕೆನ್ಹೆಡ್ (Aikenhead) (1992) ಎಂಬುವರು ಎರಡು ಸಾವಿರಕ್ಕೂ ಮಿಗಿಲಾದ ಹಿರಿಯ ಮಾಧ್ಯಮಿಕ (Upper Secondary) ಶಾಲೆಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದರು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನವೆಂದು ತಪ್ಪಾಗಿ ತಿಳಿದಿದ್ದಾರೆಂದೂ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಖಾಸಗಿ ಮತ್ತು ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಮುಖದ ಬಗ್ಗೆ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನದ ಮೇಲೆ ಮೌಲ್ಯಗಳ ಪ್ರಭಾವದ ಬಗ್ಗೆ ಆಳವಾದ ಜ್ಞಾನ ಹೊಂದಿಲ್ಲದವರಾಗಿದ್ದಾರೆ ಎಂದೂ ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದರು. ಮೇಲಾಗಿ, ಹೀಗೆ ವರದಿ ನೀಡಿದರು:

- 46% ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನವು ದೈವ ಹಸ್ತಕ್ಷೇಪ ಆಧಾರಿತ ಎಂದು ಭಾವಿಸಬಹುದೆಂಬ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದರು;
- ಕೇವಲ 17% ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನವು ಸೃಜನಶೀಲ ಗುಣವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ ಎಂಬ ನಿಶ್ಚಿತಾಭಿಪ್ರಾಯ ಹೊಂದಿದ್ದರು;
- 9% ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಮಾದರಿಗಳು ವಾಸ್ತವಿಕತೆಯ ನೈಜ ಪ್ರತಿಕೃತಿಗಳು ಎಂದು ನಂಬಿದ್ದರು;
- ಕೇವಲ 9% ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು 'ಅನುಕೂಲಕರ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನೀಯುವ ಯಾವುದೇ ವಿಧಾನವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ' ಎಂಬ ಸಮಕಾಲೀನ ದೃಷ್ಟಿಕೋನವನ್ನು ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡರು; ಮತ್ತು
- 64% ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು 'ವಿಚಾರವೊಂದರ ಹಿಂದಿರುವ ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳ' ಪ್ರಮಾಣವನ್ನಲಂಬಿಸಿ ಅನುಮಾನಿತ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಸಿದ್ಧಾಂತವಾಗುವುವು, ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ನಿಯಮಗಳಾಗುವುವು ಎಂಬ ಸರಳೀಕೃತ ವರ್ಗಶ್ರೇಣಿಕೃತ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದರು.

ಶಾಲೆಯ ಹೊರಗಿನ ಅನೇಕ ಅಂಶಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಪ್ಪಾಗಿ ನಿರೂಪಿಸುವುವು ಎಂದು ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡರೂ, ಶಾಲಾ  ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯವೂ  ಅಷ್ಟೇ ದೂಷ್ಯ ಎನ್ನಲು ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳಿವೆ. ಶಿಕ್ಷಕರು ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ನೆರವಾಗುವುದಕ್ಕಿಂತ ಅವರಿಗೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಾಸ್ತವಾಂಶಗಳನ್ನು ಬೋಧಿಸುವಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಳಜಿ ತೋರುತ್ತಿರುವರೆಂಬ ಅಂಶವು ಶಿಕ್ಷಕರಲ್ಲೇ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗೆಗೆ ಇರುವ ಕಲ್ಪನೆಗಳು ತಪ್ಪಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಸುಮಾರು 50 ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ (Anderson (ಆಂಡರ್ಸನ್), 1950) ಆಂಡರ್ಸನ್ ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಕುರಿತಾದ ಶಿಕ್ಷಕರ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪ್ರಾರಂಭಿಕ ಅಧ್ಯಯನಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ, ಆಗಾಗ್ಗೆ ಉಲ್ಲೇಖಗೊಳ್ಳುವ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಮಿಲ್ಲರ್ (Miller)(1963) ಕೈಗೊಂಡ ನಂತರ,  ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ಹಾಗು ಅವರ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನ ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯೋನ್ಮುಖವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಅರಿವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸುವಲ್ಲಿ ವಿಫಲರಾದರು ಎಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಅವನು ಬರುತ್ತಾನೆ. ಹಲವು ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ, ಶ್ಮಿತ್ (Schmidt) (1967) ಮಿಲ್ಲರ್‌ನ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನೇ ವಿಭಿನ್ನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಪುನರಾವರ್ತಿಸಿ ಮೂಲಭೂತ ಅದೇ ತೀರ್ಮಾನಗಳಿಗೆ ಬಂದನು. ಶಿಕ್ಷಕರ ವಿಜ್ಞಾನ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ  ಅರಿವು ಇಪ್ಪತ್ತು ಮೂವತ್ತು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದಿನ ವಿಜ್ಞಾನ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ  ಬೆಳವಣಿಗೆಯದಾಗಿದೆ ಎಂದು ಎಲ್ಕಿನ (Elkana) (1970) ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದರು. ಶಿಕ್ಷಕರು ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ಅತೀಸರಳ–ವಾಸ್ತವವಾದಿಯ ನಿಲುವು ತಾಳುವರಲ್ಲದೆ, ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಕೆಲವು ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿವೆಯೆಂಬ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು

**Commented [k2]:** Perhaps vignaanda svaroopada arivina prayojanagala may be appropriate. Was unsure hence left as moulya. IN another context in the paper value has been corrected as upauktate by me.
Otherwise just moulya does not seems to make sense

ಹೊಂದಿರುತ್ತಾರೆ, ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿನ ಸಾಧನೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆಂಬ ಅಭಿಪ್ರಾಯವುಳ್ಳವರಾಗಿದ್ದಾರೆ ಎಂದು 1978 ರಲ್ಲಿ ಕಾಥ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ರಾವೊಲ್ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದರು. ನಾಲ್ಕು ವರ್ಷಗಳ ಬಳಿಕ ಅವರು (Rowell (ರಾವೊಲ್) ಮತ್ತು Cawthron (ಕಾಥ್ರಾನ್), 1982) ಹಲವು ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ಅನುಗಮನಾತ್ಮಕ–ಪ್ರಯೋಗವಾದಿ (inductivist-empiricist) ದೃಷ್ಟಿಕೋನವನ್ನು ಒಪ್ಪುತ್ತಾರೆ ಎಂದು ವಾದಿಸಿದರು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಧಾರೆಯ ಸಾಮಾಜಿಕ ಮತ್ತು ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ಸಂರಚನೆಯ ಅರಿವಿರುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ಬ್ರಷ್ (Brush) (1989) ಗಮನಿಸಿದನು. ಡಿಬೋರ್ (DeBoer) (1991) ತನ್ನ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದ ಇತಿಹಾಸದ ಪುನರಾವಲೋಕನದಲ್ಲಿ ಕಳೆದ ಶತಮಾನದ ವಿಜ್ಞಾನ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಾಮಣ್ಯವಾದದ (positivist) ದೃಷ್ಟಿಕೋನವು ತರಗತಿಯ ಆಚರಣೆಯನ್ನು ವ್ಯಾಪಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಬಹುತೇಕ ಲಭ್ಯ ಪಠ್ಯಕ್ರಮ ಸಾಮಾಗ್ರಿಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಸುಹೊಕ್ಕಾಗಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾನೆ. ಮೆಲಾಡೊ (Melado) (1997) ಕೈಗೊಂಡ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಸೇವಾಪೂರ್ವ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ಪ್ರಾಮಣ್ಯವಾದ–ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಹೆಸರುಪಟ್ಟಿಯು ಸೂಚಿಸುವುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಬಹುಮುಖವಾದ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದರು; ಜೊತೆಗೆ, ಸಂಶಯಪೂರಿತ, ವಿರೋಧಾತ್ಮಕ ಹೇಳಿಕೆಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟರಲ್ಲದೆ, ತಾವು ಹಿಂದೆಂದೂ ವಿಜ್ಞಾನದ ಜ್ಞಾನಮೀಮಾಂಸೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಆಲೋಚಿಸಿಯೇ ಇರಲಿಲ್ಲವೆಂದೂ ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡರು ಎಂದು ವರದಿ ನೀಡಿರುವನು. ದುರದೃಷ್ಟವಶಾತ್, ಅನೇಕವೇಳೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ಇಂತಹ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಬೋಧನೆ ಮತ್ತು ಕಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸುವುದೇ ಇಲ್ಲ (Bell *et al.*, (ಬೆಲ್ ಮತ್ತು ಇತರರು), 1997; King (ಕಿಂಗ್), 1991; Lakin (ಲಾಕಿನ್) ಮತ್ತು Wellington (ವೆಲ್ಲಿಂಗ್ಟನ್), 1994).

***ಬೋಧನೆ ಮತ್ತು ಕಲಿಕೆಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಉಪಯುಕ್ತತೆ***

ಶಿಕ್ಷಕರು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಬ್ಬರೂ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಹೊಂದಿರುವ ತಪ್ಪು ಕಲ್ಪನೆಗಳೇ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಾಮಾಜಿಕ ಅಧ್ಯಯನಗಳನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನದ ಅಧ್ಯಯನ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ, ಸೇವಾಪೂರ್ವ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಬೇಕೆಂಬುದನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸುತ್ತವೆ. ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಯ ಗುರಿಯಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಅಳವಡಿಕೆಯನ್ನು ಬೆಂಬಲಿಸುವ ಇನ್ನೂ ಐದು ವಾದಗಳನ್ನು ಡ್ರೈವರ್ ಮತ್ತಿತರರು (Driver et.al.,) (1996) ಮಂಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. 'ಜನರು ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕೆಂದರೆ ಮತ್ತು ಅವರಿಗೆ ಎದುರಾಗುವ ತಾಂತ್ರಿಕ ವಸ್ತುಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಬೇಕೆಂದಿದ್ದರೆ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ತಿಳಿವು ಆವಶ್ಯಕ . . . .' (ಪುಟ.16) ಎಂಬ ಪ್ರಯೋಜನವಾದಿ ದೃಷ್ಟಿಕೋನವನ್ನು ಈ ವಾದಗಳು ಒಳಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ನಾಗರಿಕರು ಸಾಮಾಜಿಕ–ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡು ನಿರ್ಣಯ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಬೇಕಾದರೆ' ಅವರು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದು ಅಗತ್ಯ (ಪುಟ.18) ಎಂಬ ಪ್ರಜಾಸತ್ತಾತ್ಮಕ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಕ್ಕೂ, 'ವಿಜ್ಞಾನವು ಸಮಕಾಲೀನ ಸಂಸ್ಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಅಂಶ ಎಂದು ಮನಗಾಣುವುದಕ್ಕೆ' (ಪುಟ.19) ಅಂತಹ ತಿಳಿವು ಆವಶ್ಯಕ ಎಂಬ ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ವಾದಕ್ಕೂ ಈ ದೃಷ್ಟಿಕೋನ ಸಂಬಂಧಿಸಿದೆ. ನಾಲ್ಕನೇ ತರ್ಕಾಧಾರ ನೈತಿಕವಾದುದು, ಅರ್ಥಾತ್ 'ಸಾಧಾರಣ ಮೌಲ್ಯವುಳ್ಳ ನೈತಿಕ ಬದ್ಧತೆಗಳನ್ನು ಮೈಗೂಡಿಸಿಕೊಂಡಿರುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಮುದಾಯದ ಮಾನದಂಡ'ಗಳನ್ನು (ಪುಟ.19) ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು. ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಅಳವಡಿಸಬೇಕೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಡ್ರೈವರನ ಅಂತಿಮ ಸಮರ್ಥನೆಯೆಂದರೆ ಇದು 'ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯವಸ್ತುವಿನ ಯಶಸ್ವಿ ಕಲಿಕೆಯನ್ನು ಬೆಂಬಲಿಸುತ್ತದೆ' ಎಂಬುದಾಗಿದೆ.

ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಅನೇಕ ಶಿಕ್ಷಣ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲೇ ಅಂತರ್ನಿಹಿತವಾಗಿವೆ; ಆ ವಿಷಯಗಳೆಂದರೆ, ಬಹುಸಂಸ್ಕೃತಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ, ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಶಿಕ್ಷಣದ ವಿಕಾಸ/ಸೃಷ್ಟಿಯ ಕುರಿತಾದ ವಿವಾದ, ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ತ್ರೀವಾದಿ ವಿಮರ್ಶೆಗಳು ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳ ಸುಧಾರಣೆಗಾಗಿ ಅವರು ನೀಡುವ ಸಲಹೆಗಳು, ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ರಿಲಿಜಿಯನ್‌ನ ಸ್ಥಾನ, ಪರಿಸರವಾದ ಮತ್ತು ನವಯುಗ ವಿಜ್ಞಾನ, ಹಾಗೂ ವಿಜ್ಞಾನದ ಕಲಿಕೆಯಿಂದ ಅದರ ಸ್ವರೂಪದ ತಿಳಿವು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿ, ಅದೇವೇಳೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ಜೀವನದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಗೆಹರಿಸುವಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು ಎಂದು ಮ್ಯಾಥ್ಯೂಸ್ (1997) ವಾದಿಸಿದ್ದಾನೆ.

ಮೇಲಾಗಿ, ಮೀಲಿಂಗ್ (1997) ಕೈಗೊಂಡ ಇತ್ತೀಚಿನ ಒಂದು ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಅಧಿಕವಾದ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನೇ ತೋರಿದರು ಎನ್ನಬಹುದು. ಜ್ಞಾನಮೀಮಾಂಸೆಯನ್ನು ಕುರಿತ ವಿಚಾರಗಳ ಬೋಧನೆಯ ಅನುಭವವನ್ನು ಪಡೆದ ಮೂರನೇ ಎರಡು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಜ್ಞಾನಮೀಮಾಂಸೆಯಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ತೋರಿದರು. ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಇಂತಹ ಬೋಧನೆಯ ಅನುಭವ ಪಡೆಯದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಮೂರನೇ ಒಂದರಷ್ಟು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಮಾತ್ರವಷ್ಟೇ ಆಸಕ್ತಿ ತೋರ್ಪಡಿಸಿದರು. ಈ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಚರ್ಚೆಗಳನ್ನು ಅಂಗೀಕರಿಸದರಲ್ಲದೆ ಅವರಲ್ಲಿ ಅನೇಕರು ಜ್ಞಾನಮೀಮಾಂಸೆಯನ್ನು ಕುರಿತ ತಮ್ಮ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು ಬದಲಾಗಿವೆ ಎಂದರು.

### *ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯವಸ್ತುವಿನ ಕಲಿಕೆಯ ವರ್ಧನೆಗಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪ*

ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಜ್ಞಾನವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅದರ ವಿಷಯವಸ್ತುವಿನ ಕಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳು ಸೂಚಿಸುತ್ತಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಉಷ್ಣಬಲ ವಿಜ್ಞಾನದಂತಹ (Thermodynamics) ವಿಷಯಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನಾತ್ಮಕ ತಿಳಿವನ್ನು ಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ಥಾಯಿ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳಿಗಿಂತ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲ (dynamic) ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳನ್ನು ಹೊಂದುವುದು ಮುಖ್ಯ ಎಂಬುದನ್ನು ಸೊಂಜೆ (Songer) ಮತ್ತು ಲಿನ್ (Linn) (1991) ನಿರೂಪಿಸಿದರು. ನೇರ ಅನುಭವದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ಒತ್ತು ನೀಡುವ ಬೋಧನೆಯನ್ನು ಪಡೆದ 153 ಎಂಟನೇ ತರಗತಿಯ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ನಮೂನೆಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಸ್ಥಾಯಿ, ಮಿಶ್ರ ಅಥವಾ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲ ಎಂದು ನಿರೂಪಿಸಲು ಸಂಶೋಧಕರು ಸಮರ್ಥರಾದರು. ವಿಜ್ಞಾನವೆಂದರೆ ವಾಸ್ತವಾಂಶಗಳ ಒಂದು ಸಮುಚ್ಚಯವನ್ನು ಅತ್ಯುತ್ತಮವಾಗಿ ಕಂಠಪಾಠ ಮಾಡುವುದು ಎಂಬ ವಿಚಾರ ಸ್ಥಾಯಿ ಸ್ವರೂಪದ ದೃಷ್ಟಿಕೋನ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲ ದೃಷ್ಟಿಕೋನವು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನ ಅನಿಶ್ಚಿತ (tentative) ಮತ್ತು ಈ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಉತ್ಕೃಷ್ಟ ಮಾರ್ಗವೆಂದರೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಗಳು ಎಂದರೇನು, ಅವು ಹೇಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧಿಸಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಸಂಶೋಧಕರು ಮಿಶ್ರ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೇಳದಿದ್ದರೂ, ಕ್ರಿಯಾಶೀಲ ದೃಷ್ಟಿಕೋನದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಸ್ಥಾಯಿ ದೃಷ್ಟಿಕೋನದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗಿಂತ ಉಷ್ಣಬಲ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅಧಿಕ ಸಮಗ್ರ ಅರಿವನ್ನು ಗಳಿಸಿದರು ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಕೊಂಡರು.

### *ವಿಜ್ಞಾನದ ಅರಿವನ್ನು ವರ್ಧಿಸಲು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಜ್ಞಾನ*

ವಿಜ್ಞಾನದ ಸತ್ತ್ವ ಮತ್ತು ಮಿತಿಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ವಿವಿಧ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನದ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಅಳೆಯಬೇಕಾದರೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಹೇಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಅರಿವು ಅತ್ಯಗತ್ಯ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ,

ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ಪರಮಾಣು ಮಾದರಿ, ಬೋಯಲ್ (Boyle)ನ ನಿಯಮ ಮತ್ತು ವಿಕಾಸವಾದದ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಆದರೆ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಜ್ಞಾನಶಾಖೆಯಲ್ಲಿ ನಿಯಮ, ಸಿದ್ಧಾಂತ, ಮತ್ತು ಮಾದರಿ ಎಂದರೇನು ಎಂದು ತಿಳಿಯದೇ ಹೋಗಬಹುದು. ಆದ್ದರಿಂದ, 'ವಿಕಾಸ ಒಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತ ಮಾತ್ರವಷ್ಟೆ' ಅಥವಾ 'ಇಂತಿಂತಹ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಪ್ರಮಾಣಿತವಾದಲ್ಲಿ ಅದು ನಿಯಮವಾಗುವುದು' ಎಂಬಂತಹ ಹಾಸ್ಯಾಸ್ಪದ ಹೇಳಿಕೆಗಳು ತೋರಿಬರಬಹುದು. ವಿಜ್ಞಾನ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಯನ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿ ಎಂಬುದು ಮೈಕೆಲ್ ಮಾರ್ಟಿನ್(Michael Martin)ನ (1972) ಗ್ರಂಥವಾದ *'Concepts of Science Education: A Philosophical Analysis (ಕಾನ್ಸೆಪ್ಟ್ಸ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಷನ್: ಎ ಫಿಲೊಸಾಫಿಕಲ್ ಅನಾಲಿಸಿಸ್)'* ಗ್ರಂಥದ ಪ್ರಮುಖ ಪ್ರಮೇಯಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾಗಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಯನವು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗೆಗೆ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗಿರುವ ವಿಚಾರವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟಗೊಳಿಸುವುದಲ್ಲದೆ, ಆ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಿಯಾಗಬಲ್ಲ ಪಾತ್ರ ಮತ್ತು ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಹಾಯಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಮ್ಯಾನ್ವೆಲ್ (Manuel) (1981) ಹೀಗೆ ಬರೆಯುತ್ತಾನೆ:

> ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಅಗತ್ಯವೆಂದು ಹೇಳಿರುವ ಹೆಚ್ಚಿನ ತಾತ್ವಿಕ ಹಿನ್ನೆಲೆಯು ಅವರು ತಮ್ಮ ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಯನ್ನು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಮಾಹಿತಿಪೂರ್ಣವಾದ, ಸರ್ವತೋಮುಖಿಯಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮಾಡಲು ಸಮರ್ಥರನ್ನಾಗಿಸುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ತಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಂಡು ಬರದ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸುಸಂಗತ ಚಿತ್ರಣವನ್ನು ಅವರವರ ವಯೋಮಾನ ಮತ್ತು ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳಿಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ನೆರವಾಗಲು ಶಿಕ್ಷಕರು ಅಧಿಕ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ (ಪುಟ.771).

ಇದಲ್ಲದೆ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನದ ಬಹುಕಾಲವಿರುವ, ಆದರೆ ಪುನರ್ಪರಿಷ್ಕೃತವಾಗುವಂತಹ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಅರಿತವರು ಬದಲಾಗುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳಿಂದ ಅಥವಾ ಈ ಹಿಂದೆ ಕಲಿತ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರದ ಕಣ್ಮರೆಯಿಂದ ಗೊಂದಲಕ್ಕೀಡಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಕಾರ್ಯವೈಖರಿಯನ್ನರಿತ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಯೋಜನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಅಷ್ಟೊಂದು ಸಿನಿಕರಾಗುವ (ದೋಷದರ್ಶಿ) ಸಾಧ್ಯತೆ ಕಡಮೆ (Connelly *et al*., (ಕಾನೆಲಿ ಮತ್ತು ಇತರರು), 1977, ಪುಟಗಳು. 7–8). ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನವೆಂಬುದು ಅಕ್ಷರಶಃ ನಿಜವಾದ ಸತ್ಯಗಳ ಸಮೂಹವೆಂಬ ತಪ್ಪಾದ ಗ್ರಹಿಕೆಯಿಂದಾಗಿ ಒಂದೇ ಒಂದು ವಾಸ್ತವಾಂಶ ಪರಿಷ್ಕರಣೆಯಾದಾಗ ಇಡೀ ಜ್ಞಾನಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನೇ ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಪ್ರಶ್ನಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಜ್ಞಾನವು ಸಹಜ ಪ್ರಪಂಚದ ನಮ್ಮ ಅರಿವನ್ನು ಸುಧಾರಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಎಂದು ನೋಡುವುದರಿಂದ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆಯ ಕಲ್ಪನೆ ದೌರ್ಬಲ್ಯವಾಗುವ ಬದಲು ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತದೆ.

ನಿಜವಾಗಿಯೂ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸ ಮತ್ತು ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ ಜ್ಞಾನದ ಕೊರತೆಯು ಶಿಕ್ಷಕರು ತಮ್ಮ ಬೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ತಾತ್ವಿಕ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ಬಾಧಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಸಾವಿರದ ಒಂಬೈನೂರ ತೊಂಬತ್ತೊಂದರ (1991) ಒಂದು ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ, ಕಿಂಗ್ (King) ಎಂಬಾತ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರನ್ನು ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಒಳಪಡಿಸಿದ. ಆ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ತಮ್ಮ ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಅನ್ವೇಷಣೆ ಮತ್ತು ಪ್ರಸಕ್ತತೆಗಳಂತಹ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದರಲ್ಲಿ ಎದುರಿಸಿದ ತೊಡಕನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸ ಮತ್ತು ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ ಬಗ್ಗೆ ಅವರಿಗಿದ್ದ ಅಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಆರೋಪಿಸಿದರು ಎಂದು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟನು.

***ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ವರ್ಧನೆಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪ***

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಕುರಿತ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪರಿಜ್ಞಾನ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣವನ್ನು, ಅಷ್ಟೇ ಏಕೆ, ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನೇ ಹೆಚ್ಚು ಆಸಕ್ತಿಕರವನ್ನಾಗಿಸೀತು. ಟೊಬೈಯಸ್ (Tobias) (1990) ಎಂಬ ಸಂಶೋಧಕಿಯು ತಾನು ಎರಡನೇ ಶ್ರೇಣಿ (second-tier) ಯವರೆಂದು ಹೆಸರಿಸಿರುವ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಸಂಭಾವ್ಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಐತಿಹಾಸಿಕ, ತಾತ್ವಿಕ ಮತ್ತು ಸಮಾಜಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಮೂಲಾಧಾರಗಳನ್ನು ಅವಜ್ಞೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ ಎಂದು ವಿಷಾದ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸುತ್ತಾರೆ ಎಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ಬೆಳಕಿಗೆ ತಂದಿದ್ದಾರೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯವಸ್ತುವನ್ನು ಬೋಧಿಸುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನವು ಮಾನವೀಕರಣಗೊಂಡು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ನೀರಸ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಕಂಠಪಾಠ ಕ್ರಿಯೆಗಿಂತ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಸಾಹಸ ಮಾಡಿದ ಅನುಭವವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಒಂದು ಶುದ್ಧ ಅಧ್ಯಯನದ ಶಾಸ್ತ್ರವಾಗಿ ಬೋಧಿಸುವುದು ಉದ್ದೇಶವಲ್ಲ. ಬದಲಾಗಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿದಿರಲು ಅವರಿಗೆ ಸಹಾಯ ನೀಡುವುದಾಗಿದೆ (ಮ್ಯಾಥ್ಯೂಸ್, 1989). ಇಲ್ಲಿ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗೆಗಿನ ಕಲಿಕೆಗೆ ಡ್ರೈವರ್ (Driver) (1996) ಎಂಬಾತ ಕೊಡುವ 'ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ವಾದ'ದ ರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಸಮರ್ಥನೆಯನ್ನು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ.

***ನಿರ್ಣಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಸುಧಾರಣೆಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಜ್ಞಾನ***

ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬೋಧನೆಯ ಪರವಾಗಿ ಮಂಡಿಸಲಾಗುವ 'ಪ್ರಜಾಸತ್ತಾತ್ಮಕ ವಾದ'ವನ್ನು ಹಲವಾರು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನಿರೂಪಿಸಬಹುದು (Driver *et al.,* (ಡ್ರೈವರ್ ಮತ್ತು ಇತರರು), 1996, ಪುಟ. 18). ಆದರೆ, ಮಾಹಿತಿ ಆಧಾರಿತ ನಿರ್ಣಯ ಕೈಗೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯೋನ್ಮುಖವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದರ ನಿಖರ ದೃಷ್ಟಿಕೋನ ಇರಬೇಕಾದ್ದು ಅತ್ಯಗತ್ಯ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ತಾಂತ್ರಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಧನ ಸಹಾಯವು ಸರ್ಕಾರದ ಬಜೆಟ್ ನಿರ್ಧಾರದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಾಧಾನ್ಯತೆ ಪಡೆಯುತ್ತಿರುವ ವಿಷಯವಾಗಿದೆ. ಸಾರ್ವಜನಿಕರಲ್ಲಿ ಸಾರ್ವಜನಿಕರು ದೈನಂದಿನ ಜೀವನವನ್ನು ಸುಗಮಗೊಳಿಸಲು ಯಂತ್ರೋಪಕರಣ, ಚುಚ್ಚುಮದ್ದು ಮತ್ತು ಇತರ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತಿರುವ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವನ್ನೇ ವಿಜ್ಞಾನವೆಂದು ತಪ್ಪಾಗಿ ಗ್ರಹಿಸಿ, ಆ ಕಾರಣ ಅದನ್ನು ಬೆಂಬಲಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ ಎಂದು ತೋರಿಸಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣಗಳಿವೆ (Ryan (ರಯನ್) ಮತ್ತು Aikenhead (ಐಕೆನ್ಹೆಡ್)1992). ಆದಾಗ್ಯೂ, ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನೆ ನೇರವಾಗಿ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾದ ಸಾಮಾಜಿಕ ಫಲಿತಾಂಶಗಳ ಕುರಿತಾಗಿರದೆ ನೈಜ ಪ್ರಪಂಚವನ್ನು – ಅದರದ್ದೇ ಆದ ಅನನ್ಯ ಕಾರಣಗಳಿಗೆ – ಅರಿಯುವುದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ತಾಂತ್ರಿಕ ನಾವೀನ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯವನ್ನು ಮನಗಾಣುವಲ್ಲಿ ಸಾರ್ವಜನಿಕರ ವೈಫಲ್ಯವು ಧನ ಸಹಾಯದ ತೀರ್ಮಾನದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣವಾದ ಸಾಮಾಜಿಕ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಬೀರಬಹುದು (Elmer-Dewitt (ಎಲ್ಮೆರ್–ಡ್ಯೂಯಿಟ್), 1994).

ವಿಕಾಸ ಮತ್ತು ಸೃಷ್ಟಿವಾದಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಶಿಕ್ಷಣದ ವಿವಾದವು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ತಿಳುವಳಿಕೆಯುಳ್ಳ (Informed) ನಾಗರಿಕರಿರುವುದು ಎಷ್ಟು ಮುಖ್ಯವೆಂದು ಸೊಗಸಾಗಿ ನಿರೂಪಿಸುತ್ತದೆ. ಜಾನ್ ಮೂರ್(John Moore) (1983) ಹೀಗೆ ಬರೆಯುತ್ತಾನೆ:

> ಯಾವುದು ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಯಾವುದು ವಿಜ್ಞಾನವಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ಅರಿಯುವುದು ಮತ್ತಷ್ಟು ಮುಖ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೇಗೋ, ಏನೋ ನಾವು ನಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಇದರ ರಹಸ್ಯವನ್ನು ತಿಳಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ವಿಫಲರಾಗಿದ್ದೇವೆ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವೋ ಎಂಬಂತೆ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನದ ಆಧಾರಭೂತ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನೇ ನೆಲಸಮಮಾಡಲು (dismantle) ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಭಾವಶಾಲಿ ಸೃಷ್ಟಿವಾದಿಗಳ ಗುಂಪು ಇರುವುದನ್ನು ಕಾಣುತ್ತಿದ್ದೇವೆ . . . . . . . ನಮ್ಮ ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಯ ರೀತಿಯ ಮೇಲೆ ಇದ್ಕಕಿಂತಲೂ ಘೋರತರವಾದ ದೋಷಾರೋಪಣೆಯನ್ನು ಚಿಂತಿಸುವುದು ಕಷ್ಟಕರ . . . . . .

ಬಹುತೇಕ ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲಾ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ಜೀವ ವಿಕಾಸವನ್ನು ಬೋಧಿಸಲು ಹಿಂಜರಿಯುತ್ತಾರೆ. ಆದಾಗ್ಯೂ, ಶಾರ್ಮೆನ್ (Scharmann) ಮತ್ತು ಹ್ಯಾರಿಸ್ (Harris) (1992) ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ತಿಳಿವನ್ನು ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ನೀಡಿದಾಗ ಈ ಮೂಲಭೂತ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಬೋಧಿಸುವಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗಿದ್ದ ಆತಂಕ ಕಡಮೆಯಾಗಿದ್ದನ್ನು ಕಂಡರು. ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗೆಗಿನ ಅರಿವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋದಂತೆ ಅವರು ಜೀವವಿಕಾಸ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಒಪ್ಪುವ ಸಂಭವ ಅಧಿಕವಾದದ್ದನ್ನು ಜಾನ್ಸನ್ (Johnson) ಮತ್ತು ಪೀಪಲ್ಸ್ (Peeples) (1987) ಗಮನಿಸಿದರು. ವಿವಿಧ ಧಾರ್ಮಿಕ ಹಿನ್ನೆಲೆಯುಳ್ಳ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ನಂಬಿಕೆಗಳನ್ನು ಜೈವಿಕ ವಿಕಾಸಕ್ಕೆ ಹೇಗೆ ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಮಾಡಿಕೊಂಡರೆಂದು ಡ್ಯಾಗರ್ (Dagher) ಮತ್ತು ಬಿಜೌಡ್ (Boujaoude) ಅವರು (1997) ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿ ಶಿಕ್ಷಕರು ಮೌಲ್ಯಗಳಿಗೆ, ನಂಬಿಕೆಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಗಮನ ಹರಿಸಬೇಕೆಂದು ಸಲಹೆ ಮಾಡಿದರು. ವಿಕಾಸವಾದದ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಬೋಧನೆಯೊಂದಿಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಗೊಂದಲವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸಲು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬೋಧನೆಯನ್ನು ಕುರಿತ ಹಲವಾರು ವ್ಯಾವಹಾರಿಕ ಸಲಹೆಗಳನ್ನು ಕ್ಲಾಫ್ (Clough) (1994) ಸೂಚಿಸಿದರು. ಶಿಕ್ಷಕರು, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ರಿಲಿಜಿಯನ್‌ಗಳ ನಡುವಣ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಂಡರೆ ಸಾಕು, ವಿಕಾಸವನ್ನು ಕುರಿತ ಚರ್ಚೆಯ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಆಗಾಗ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಒತ್ತಡವನ್ನು ನಿವಾರಿಸಬಹುದು.

.

***ಬೋಧನಾ ಪ್ರಸ್ತುತಿಯ ಸುಧಾರಣೆಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಜ್ಞಾನ***

ಮ್ಯಾಥ್ಯೂಸ್ (1994) ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ರಮವನ್ನು ಅಳವಡಿಸಬೇಕೆಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದಾನೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗೆಗಿನ ಪೂರ್ಣ ಪಾಂಡಿತ್ಯವು ಬೋಧನಾ ಮಾದರಿಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನಾತ್ಮಕ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಕಾರ್ಯರೂಪಕ್ಕೆ ತರುವಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಅಧಿಕಗೊಳಿಸುವ ಎಲ್ಲ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳಿವೆ ಎಂದು ಆತ ಒದಗಿಸಿರುವ ಉದಾಹರಣೆಗಳು ನಿರೂಪಿಸುತ್ತವೆ. ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿನ ಐತಿಹಾಸಿಕ ಪರಿಕಲ್ಪನಾತ್ಮಕ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಅಧ್ಯಯನವು ವೈಯಕ್ತಿಕ ಸಂಜ್ಞಾನಾತ್ಮಕ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಚೆಲ್ಲಬಹುದು (Wandersee (ವಾಂಡರ್ಸೀ), 1986). ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಹಲವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ವಿಚಾರಗಳು ಪ್ರಾರಂಭಿಕ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಗಳನ್ನೇ ಹೋಲುವುದರಿಂದ ಆ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು 'ತಪ್ಪು ಕಲ್ಪನೆಗಳು' ಎನ್ನುವುದಕ್ಕಿಂತ 'ಪರ್ಯಾಯ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು' ಎಂಬುದು ಉತ್ತಮ ವಿವರಣೆಯಾದೀತು. ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಹೊಂದಿರುವ ಸರಳ ವಿಚಾರಗಳಿಂದ ಕೆಲವರಿಗೆ ಅನ್ನಿಸುವುದೇನೆಂದರೆ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ಸರಳವಾದ ತಪ್ಪು ಕಲ್ಪನೆಗಳಿಂದ ಹೊರಬಂದು ದೂರದ ಪರಿಕಲ್ಪನಾತ್ಮಕ ಪಯಣಕ್ಕೆ ದಾರಿ ತೋರಿಸಲು ನೆರವಾಗಲು ಶಿಕ್ಷಕರು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳ

ಐತಿಹಾಸಿಕ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಒಂದು ಸಾಧನವನ್ನಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು ಎಂದು. ಬೇರೆ ಮಾತುಗಳಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಆಸಕ್ತಿಯು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಕಲಿಕೆಯ ಹಿಂದಿರುವ ಮನೋವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ನೆರವಾಗಬಲ್ಲದು (ಮ್ಯಾಥ್ಯೂಸ್, 1994). ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ತಿಳಿವು ವಿಚಾರಗಳ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಪುನರ್‌ರಚನೆಗಳ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬೀರುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಮಕ್ಕಳು ತಮ್ಮ ಅನುಭವಗಳಿಂದ ಹೇಗೆ ಅರ್ಥವನ್ನು ರಚಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ ಎಂಬ ತಿಳುವಳಿಕೆಯನ್ನು ಸುಗಮಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ.

ವಿಜ್ಞಾನ ಎಂಬುದು ಒಂದು ವಿಚಾರವಾಗಿರುವುದಲ್ಲದೆ, ಮುಂದಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಒಂದು ಉಪಕರಣವೂ ಆಗಿದೆ ಎಂಬಂಶವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಾಮಾಜಿಕ ಅಧ್ಯಯನ ವಿಶದೀಕರಿಸುತ್ತದೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸದ ಕೂಲಂಕಷ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ದತ್ತಾಂಶಗಳಿಂದ ಮಾತ್ರವಷ್ಟೇ ನಿರ್ಧಾರವಾಗುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ದೃಢವಾಗುತ್ತದೆ. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನ ರಚನೆಯಾಗುವ ಬಗೆಯನ್ನು ಕುರಿತ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳು ಪರಿಕಲ್ಪನಾತ್ಮಕ ಪರಿವರ್ತನ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಬಹಳ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿವೆ (Latour (ಲಟ್ಯೂವರ್), 1987; (Latour(ಲಟ್ಯೂವರ್) & Woolger(ವೂಲ್ಗರ್), 1986; Knorr-Cetina (ನೋರ್–ಸೆಟಿನಾ), 1981; Kuhn (ಕ್ಹುನ್), 1970; Mendelsohn (ಮೆಂಡಲ್ಸನ್), 1977; Mulkay (ಮುಲ್ಕೆ ) & Gilbert (ಗಿಲ್ಬರ್ಟ್), 1982; Shapin(ಷೇಪಿನ್), 1982). ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಕಲಿಕೆ ಮತ್ತು ಬೋಧನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗಿರುವ ಸ್ಥಿರ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನು ಅಲುಗಾಡಿಸಿ ಬದಲಾಯಿಸುವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಂತೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವು ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ತರಗತಿಯ ಶಿಕ್ಷಕರು ಪರಿಕಲ್ಪನಾತ್ಮಕ ಪರಿವರ್ತನಾ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ವಿರುದ್ಧ ಹೊಂದಿರುವ ಬಹಳಷ್ಟು ವಿರೋಧವು ನೈಜ ಪ್ರಪಂಚದ ಜ್ಞಾನ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ವಸ್ತುನಿಷ್ಠ – ಅಂದರೆ ಅನ್ವೇಷಿಸುತ್ತಿರುವ ವ್ಯಕ್ತಿಯಿಂದ ಆ ಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಅಸ್ತಿತ್ವವಿದೆ ಎಂದರ್ಥ– ಎಂಬ ತಪ್ಪು ಗ್ರಹಿಕೆಯಿಂದ ಉದ್ಭವವಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗೆಗಿನ ಈ ದೃಷ್ಟಿಕೋನವು ಕಲಿಕೆ ಎಂಬುದು ಏನು ತಿಳಿದಿದೆಯೋ ಅದರ ಬದಲು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಮುದಾಯ *'ಅನ್ವೇಷಿಸಿರುವುದನ್ನು'* ಸರಿಯೆಂದು ನಂಬಿ ಅದನ್ನು ಬೋಧಿಸುವ ತಕ್ಕಮಟ್ಟಿನ ನೇರವಾದ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಎಂಬ ತಪ್ಪು ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ. ಆದಾಗ್ಯೂ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸವು ನೈಜ ಪ್ರಪಂಚದ ಬಗ್ಗೆ ಅರ್ಥವನ್ನು *'ರಚಿಸಲು'* ತೀವ್ರ ಪರಸ್ಪರ ವಿರುದ್ಧ ಘರ್ಷಣೆಗಳಿರುವುದನ್ನು ಸಹ ನಮಗೆ ಬಹಿರಂಗಪಡಿಸಬಹುದು. ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಅಗಾಧ ಪ್ರಯತ್ನವೂ, ಸಮಯವೂ ಹಿಡಿಯುವ ಈ ಅರ್ಥ ರಚನೆ ಸರಳ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯೇನಲ್ಲ. ಈ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ ಸಮಕಾಲೀನ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಗಳ ಬಗೆಗಿನ ಮಕ್ಕಳ ತಪ್ಪು ಕಲ್ಪನೆಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುವಲ್ಲಿ ಅವರು ಎದುರಿಸುವ ತೊಡಕುಗಳು ನಮಗೆ ಅರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ. ಮೇಲಾಗಿ, ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಒಂದು ಪರಿಶೋಧನೆ ಎಂಬುದಾಗಿ ಬೋಧಿಸಬೇಕಾದರೆ ಸ್ವತಃ ಶಿಕ್ಷಕರು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಅರಿವು ಹೊಂದಿರಲೇಬೇಕು ಎಂದು ಡೂಷ್ಲೇ (Duschl) (1987) ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುತ್ತಾನೆ.

## ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬೋಧನೆ

### *ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ಮತ್ತು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಪಾತ್ರ*

ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳ ಮೇಲಿರುವ ಅಧಿಕ ಅವಲಂಬನೆಯನ್ನು ಯಥೇಚ್ಛವಾಗಿ ದಾಖಲಿಸಲಾಗಿದೆ (Weiss (ವೈಸ್), 1993). ಬೋಧನೆಯ ಮಾಧ್ಯಮವಾಗಿ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ

ವಾಚನವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬಳಸುವಲ್ಲಿ ಅಮೇರಿಕಾ ಪ್ರಥಮ ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿದೆ ಎಂಬುದು ಕ್ಷೋಭೆಗೊಳಿಸುವ ಸಂಗತಿಯಾಗಿದೆ (Lapointe (ಲಪ್ವಾಂಟ್), Mead (ಮೀಡ್), ಮತ್ತು Phillips (ಫಿಲಿಪ್ಸ್), 1989). ಶೇಕಡ 90ಕ್ಕೂ ಅಧಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ಶೇಕಡ 90 ರಿಂದ 95 ರಷ್ಟು ಸಮಯ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ಇಲ್ಲವೇ ಇನ್ನಿತರ ಬೋಧನಾ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು ಎಂದು ಸ್ಟೇಕ್ (Stake) ಮತ್ತು ಈಸ್ಲೆ (Easley) (1978) ಮಾಡಿದ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಕೊಂಡ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯು ಇಂದಿಗೂ ಹಾಗೆ ಇದೆ. ಸಂಶೋಧಕರು ಹೀಗೆ ಬರೆಯುತ್ತಾರೆ:

> ಬಹುಪಾಲು ಶಿಕ್ಷಕ–ಕಲಿಕಾರ್ಥಿಯ ಅಂತರ್‌ಕ್ರಿಯೆಯ ಹಿಂದೆ. . . . . . .ಮಾಧ್ಯಮ ಮತ್ತು ಸಂದೇಶಗಳ ಇಮ್ಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುವ ಸಿದ್ಧವಾಗಿರುವ ಬೋಧನಾ ವಿಚಾರವೊಂದು ಇದೆ. ಅವು ಶಿಕ್ಷಕ ಕಲಿಕಾರ್ಥಿಗಳ ಗಮನ ಸೆಳೆಯುತ್ತವೆ. ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ, ಅವು ಪಠ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ಅಕ್ಷರಶಃ ತಮ್ಮ ಸ್ವಾಧೀನದಲ್ಲಿರಿಸಿದ್ದವು. ಪಠ್ಯಕ್ರಮವು ಬೋಧನಾತ್ಮಕ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳು ನಿರ್ಧರಿಸಿದ ಎಲ್ಲೆಯನ್ನು ಮೀರಿ ದಾಟುವ ಧೈರ್ಯ ಮಾಡಲಿಲ್ಲ (ಪುಟ. 66).

ವಿಜ್ಞಾನ ಎಂದರೇನು? ಅದು ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯ ಪ್ರವೃತ್ತವಾಗುವುದು ಎಂಬುದರ ಚಿತ್ರಣವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು ತಿಳಿಸಿ ಹೇಳುತ್ತವೆ ಎಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ಥಾಮಸ್ ಕ್ಹುನ್ (Thomas Kuhn) ತನ್ನ *'The Structure of Scientific Revoltions(ದಿ ಸ್ಟ್ರಕ್ಚರ್ ಆಫ್ ಸೈಂಟಿಫಿಕ್ ರೆವಲ್ಯೂಷನ್ಸ್)'* (1970) ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ವಿಶದಪಡಿಸುತ್ತಾನೆ. ಅವನು ಹೀಗೆ ಬರೆಯುತ್ತಾನೆ – 'ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪ ಮತ್ತು ಅದರ ಪ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಅನ್ವೇಷಣೆ ಮತ್ತು ಆವಿಷ್ಕಾರಗಳು ವಹಿಸಿದ ಪಾತ್ರಗಳ ಬಗೆಗಿನ ನಮ್ಮ ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಗಳು ನಿರ್ಧರಿಸಿದಷ್ಟು ಇನ್ನಾವ ಒಂದು ವಿಜ್ಞಾನದ ಅಂಶವು ನಿರ್ಧರಿಸಿಲ್ಲ' (ಪುಟ. 143).

ಬೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ಪಾತ್ರವೇನೆಂದು ಅರಿಯಬೇಕಾದರೆ ಅವು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಹೇಗೆ ಪ್ರಸ್ತುತಪಡಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಪಠ್ಯಕ್ರಮ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುವ ಭಾಷೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗೆಗಿನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಅರಿವನ್ನು ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಭಾವಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದೆ ಎಂದು ಮುನ್ಬಿ (Munby) (1976) ತರ್ಕಿಸಿದ. ಆತ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ಎರಡು ವಿಭಿನ್ನ ನಿಲುವುಗಳು ಧ್ವನಿತವಾಗಿದ್ದವು – ಸಾಧನಭೂತವಾದ (instrumentalism) ಮತ್ತು ವಾಸ್ತವವಾದ (realism). ಹಾರ್ನ್ವೆಲ್ (Harnwell) ಮತ್ತು ಲೆಗ್ (Legge) ಬರೆದಿರುವ *'Physics: Matter, Energy, and the Universe (ಫಿಸಿಕ್ಸ್: ಮ್ಯಾಟರ್, ಎನರ್ಜಿ ಆಂಡ್ ದಿ ಯುನಿವರ್ಸ್)'* ಎಂಬ ಗ್ರಂಥದಿಂದ (1967ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾದುದು) ಆಯ್ದ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಉದ್ಧೃತ ಭಾಗವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ:

> ಒಂದು ಗಾಜಿನ ದಂಡ ಮತ್ತು ತುಪ್ಪಳ (fur)ದ ಒಂದು ತುಂಡನ್ನು ಪರಿಕ್ಷಾರ್ಥದ ಪದಾರ್ಥಗಳಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಾಗ, ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಅವು ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಣೆಯನ್ನಾಗಲಿ, ವಿಕರ್ಷಣೆಯನ್ನಾಗಲೀ ತೋರ್ಪಡಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅವುಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಬಿರುಸಾಗಿ ಉಜ್ಜಿ ತ್ವರಿತವಾಗಿ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದರೆ, ಅವು ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಿಸುವುದು ಕಂಡು ಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಾವು ಹೀಗೆ ವಿವರಿಸುತ್ತೇವೆ – ವಸ್ತುಗಳು ವಿದ್ಯುದೀಕರಣಗೊಂಡಿವೆ ಅಥವಾ ಆವೇಶಿತವಾಗಿವೆ ಹಾಗೂ ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲ ಉಂಟಾಗಿದೆ . . . . . ಇಂತಹ ಸರಳ ಪ್ರಯೋಗಗಳ

> ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳು . . . . . ಆರಂಭಿಕ ಪ್ರಯೋಗಕರ್ತರನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಘರ್ಷಣೆಗೆ ಒಳಗಾಗುವ ವಸ್ತು ಸಂಬಂಧಿತ ಯಾವುದೋ ಗುಣ ಅಥವಾ ಪದಾರ್ಥದ ಬೇರ್ಪಡಿಕೆ ಎಂಬ ಪರಿಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದೀಕರಣದ ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ರಚಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದವು (ಮುನ್ಬಿ (Munby)ನಲ್ಲಿ, 1976, ಪುಟ. 121).

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ' . . . . . ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ನಮ್ಮ ವಿವರಣೆ ಹೇಳುವುದೇನೆಂದರೆ . . . . .' ಮತ್ತು '. . . . . ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳು ಪ್ರಯೋಗಕರ್ತರನ್ನು ಹೀಗೆ ರಚಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದವು. . . ,' ಎಂಬ ಪದಗುಚ್ಛಗಳನ್ನು ಓದಿದಾಗ ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಚಾರಗಳು ಆವಿಷ್ಕಾರದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ವಾಸ್ತವಿಕತೆಯನ್ನು ಯಥಾವತ್ತಾಗಿ ವಿವರಿಸದೆ ಹೋಗಬಹುದೆಂದು ಇವುಗಳನ್ನು ಸರಳವಾಗಿ ಅರ್ಥೈಸುತ್ತಾರೆ. ನಾವು ವಾಸ್ತವಿಕ ಪ್ರಪಂಚವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಗಳು ಉಪಯುಕ್ತ ಸಾಧನಗಳು ಎಂಬ ನಿಲುವು ವಿಜ್ಞಾನ ಜ್ಞಾನದ ಸಾಧನಭೂತವಾದಿಯ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಕ್ಕೆ ಸರಿಹೊಂದುತ್ತದೆ.

ಹ್ಯೂವಿಟ್ (Hewitt) ಬರೆದಿರುವ *'Conceptual Physics: A New Introduction to Your Environment (ಕಾನ್ಸೆಪ್ಚುಯಲ್ ಫಿಸಿಕ್ಸ್: ಎ ನ್ಯೂ ಇಂಟ್ರಡಕ್ಷನ್ ಟು ಯುವರ್ ಎನ್ವೈರ್ಮೆಟ್)'* (1971 ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾದುದು) ಪುಸ್ತಕದ ಮತ್ತೊಂದು ಉದ್ಧೃತ ಭಾಗವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ:

> ಪರಮಾಣುವಿನ ಅಂತರತಮ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ವಿರುದ್ಧ ಆವೇಶಿತ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ನೊಂದಿಗೆ (nucleus – ಪರಮಾಣುವಿನ ತಿರುಳಿನಂತಿರುವ ಧನ ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟ ಕಣ) ಬಿಗಿಯಾಗಿ ಬಂಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದ್ದರೂ, ಹಲವು ಪರಮಾಣುಗಳ ಬಾಹ್ಯತಮ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಬಹಳ ಅಳ್ಳಕವಾಗಿ ಬಂಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಕಾರಣ ಅವುಗಳು ಸುಲಭವಾಗಿ ಹೊರದೂಡಲ್ಪಡುವುವು. ವಿವಿಧ ವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಲದಿಂದ ಬಾಹ್ಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಬಂಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ತುಪ್ಪಳದಲ್ಲಿಗಿಂತ ರಬ್ಬರ್ ನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಭದ್ರವಾಗಿ ಹಿಡಿದಿಡಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ರಬ್ಬರ್ ದಂಡವೊಂದನ್ನು ತುಪ್ಪಟದ ತುಂಡಿನಿಂದ ಉಜ್ಜಿದಾಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ತುಪ್ಪಟದಿಂದ ರಬ್ಬರ್‌ಗೆ ವರ್ಗಾವಣೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ರಬ್ಬರ್‌ನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಇದ್ದಂತಾಗಿ ಅದು ಋಣಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಆವೇಶಿತಗೊಂಡಿದೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ತುಪ್ಪಟದಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಕೊರತೆಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ಧನಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಆವೇಶಿತಗೊಂಡಿದೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ (ಮುನ್ಬಿನಲ್ಲಿ, 1976, ಪುಟ. 121).

ಈ ಉದ್ಧೃತ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂಬಂಧಿ ವಿದ್ಯಮಾನದ ವಿವರಣೆ (ಉದಾ: ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಬಂಧಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ, ಹೊರದೂಡಲ್ಪಡುತ್ತವೆ, ವರ್ಗಾಯಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ) ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸತ್ತಾತ್ಮಕ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಕುರಿತ ಸಂಪೂರ್ಣ ಭಿನ್ನ ಸಂದೇಶವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯಮಾನದ ವಿವರಣೆಗಳನ್ನು ಕೊಡುವುದರಲ್ಲಿ ಮನುಷ್ಯರ ಪಾತ್ರವೇನು ಎಂಬುದು ಇಲ್ಲಿ ಕಾಣುತ್ತಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಕಂಡರು ಎಂದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತರ್ಕಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ತಿಳುವಳಿಕೆಯನ್ನು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸುತ್ತದೆಯೋ ಅದನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಭಿನ್ನ ಭಿನ್ನ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳಿಗೆ ಬರಬಹುದು ಎಂದು ಮುನ್ಬಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ. ಅಲ್ಲದೆ, ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ತಿಳಿಸಿಕೊಡುವ ರೀತಿಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಸಮಾಜವು ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ಹೊಂದಿರುವ ಧೋರಣೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಬಹುದು ಎಂದೂ ಹೇಳಿದ. 'ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಸತ್ಯ, ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹ, ಮತ್ತು

ಅವಲಂಬಿಸಬಹುದಾದ ಜ್ಞಾನದ ಆಕರ ಎಂದು ಬೋಧಿಸುವ ಈ ರೀತಿಯೇ ಅದನ್ನು ಹಾಗೆಯೇ ಪರಿಗಣಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ' (ಮುನ್ಬಿ 1976, ಪುಟ. 123).

ಇನ್ನಿತರ ಪಠ್ಯಕ್ರಮ ಸಂಬಂಧಿ ನಿರ್ಧಾರಗಳೂ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಪ್ರಭಾವಿಸುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಸ್ವರೂಪವು ಸಾಕಷ್ಟು ಮಟ್ಟಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳ ಮತ್ತು ಜ್ಞಾನ ರಚನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಮೂಡಿಸುತ್ತದೆ. ದುರದೃಷ್ಟವಶಾತ್, ಇಂತಹ ಅನುಭವಗಳು ಅನೇಕವೇಳೆ ಪಾಕಶಾಸ್ತ್ರ ಕೈಪಿಡಿಯಂತಹ ಅಥವಾ 'ತಾಳೆ ನೋಡುವ' ವಿಧದ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಾಗಿದ್ದು, ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಮನುಷ್ಯನಿಂದ ಯಾವುದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಭಾವಿತವಾಗದ ಪಕ್ಕ ಶಬ್ದಬಾಹುಳ್ಯದ ತೀರ್ಮಾನಗಳು ಎಂಬಂತೆ ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ಚಿತ್ರಿಸುತ್ತವೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯಸ್ತುವಿನೊಡನೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಸಕ್ರಿಯವಾಗಿ ತೊಡಗಿಸುವ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಹಲವು ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ಅಂಶಗಳನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಚಿತ್ರಿಸುವ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದ ಚಟುವಟಿಕೆಗೆ ಬೇಕಾದ ವಿಭಿನ್ನ ವಿಧಾನವೊಂದನ್ನು ಕ್ಲಾಫ್ (Clough) ಮತ್ತು ಕ್ಲಾರ್ಕ್ (Clark) (1994) ಸಲಹೆ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಬೋಧಕರಿಂದ ಮುಂದಿಡಲಾದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಶ್ನೆಯೊಂದನ್ನು ಪರಿಶೋಧಿಸಲು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸುವ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕೆಂಬುವುದರ ಸಲುವಾಗಿ ಅವರನ್ನು ಸಣ್ಣ ಸಂಶೋಧನಾ ತಂಡಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸುವಂತೆ ಅವರು ಸಲಹೆ ನೀಡುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಸುಸಂಬದ್ಧವಾದ ದತ್ತಾಂಶಗಳ ಸಂಗ್ರಹಣೆ, ಆ ದತ್ತಾಂಶಗಳ ಅರ್ಥೈಸುವಿಕೆ, ಮತ್ತು ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯದ ಸತ್ಯಾಸತ್ಯತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ತೀರ್ಮಾನ ಮುಂತಾದುವುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪ್ರಮುಖ ನಿರ್ಧಾರಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಕೈಗೊಳ್ಳಬೇಕು. ಅರ್ಥ ಸಮಾಲೋಚನೆಯ (negotiation of meaning) ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ವಿಜ್ಞಾನದ ಚಿತ್ರಣವು ಪೂರ್ವ ನಿರ್ಧಾರಿತ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಮಾದರಿ ಕೈಪಿಡಿಯೊಂದಿಗೆ ತಾಳೆ ಆಗುವ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅನುಸರಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳು ನೀಡುವ ಚಿತ್ರಣಕ್ಕಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಒಂದು ಸಾಮಾಜಿಕ ಗುಂಪಿನ ಭಾಗವಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ಸಂಶೋಧನಾ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಂತೆ ತರಗತಿಗಳು ಕಾಣಬೇಕು ಎಂದು ಹೇಳುವ ಬರ್ಬ್ಯೂಲೆಸ್ (Burbules) (1991) ನ ಸಂಶೋಧನೆಯು ಈ ಸಲಹೆಯನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಮುನ್ನ, ಕಾಲೇಜು ಮಟ್ಟದ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಕ್ರಿಯಾ ಕೌಶಲ್ಯಗಳ ಕಲಿಕೆ ಮತ್ತು ವಿಷಯವಸ್ತುವನ್ನು ಅರಿಯುವಲ್ಲಿನ ಸಾಧನೆಯ ಮೇಲೆ ಎರಡು ತೆರನಾದ ತರಗತಿಯ ಪರಿಸರದ ಪ್ರಭಾವಗಳನ್ನು ಹಾಕೂಸ್ (Haukoos) ಮತ್ತು ಪೆನಿಕ್(Penick) (1983) ಹೋಲಿಸಿ ನೋಡಿದರು. ಎರಡೂ ತರಗತಿಗಳು ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರದ ವಿಷಯದ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಸಮಾನವಾಗಿ ತಿಳಿದಿದ್ದರು ಎಂದು ತೋರಿಬಂದುದಲ್ಲದೆ, ಅನ್ವೇಷಣಾತ್ಮಕ ಪರಿಸರದ ತರಗತಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಕೌಶಲ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಂಕಗಳನ್ನು ಗಳಿಸಿದರು. ಇದನ್ನು ವೆಲ್ಚ್ ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಸೂಚಕ (Welch Science Process Inventory) ವನ್ನು ಬಳಸಿ ಅಳೆಯಲಾಯಿತು.

***ಶಿಕ್ಷಕರ ಪಾತ್ರ***

ಪಠ್ಯಕ್ರಮಗಳ ಪಾತ್ರವು ಸರ್ವವ್ಯಾಪಕವೂ, ನಿರ್ಣಾಯಕವೂ ಇರುವುದರ ಹೊರತಾಗಿಯೂ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕರದೇ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಭಾವಶಾಲಿಯ ಅಂಶವಾಗಿದೆ ಎನ್ನಲು (Duffee (ಡಫಿ) ಮತ್ತು Aikenhead (ಐಕೆನ್ಹೆಡ್), 1992; Eylon (ಇಲನ್) & Liun (ಲಿಯೂ), 1989; Fullan

(ಫುಲ್ಲನ್), 1991; Good (ಗುಡ್) & Brophy (ಭ್ರೋಫಿ), 1987; Koballa (ಕೆಬ್ಯಾಲಾ) & Crawley (ಕ್ರಾಲೀ), 1985; Laforgia (ಲಾಫೋರ್ಜೀಯಾ), 1988; Langer (ಲೆಂಗರ್) & Applebee (ಆಪೆಲ್ಬಿ), 1987; ಮತ್ತು Shymansky (ಶೆಮಾನ್ಸ್ಕಿ) & Penick (ಪೆನಿಕ್), 1981) ಹಾಗು ಅವರೇ ಅನುಕರಣೀಯ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳನ್ನು ರಚಿಸುತ್ತಾರೆ ಎನ್ನಲು (Penick (ಪೆನಿಕ್), Yagcr (ಯೇಗರ್) & Bonnstetter (ಬೋನ್ಸ್ಟೆಟ್ಟರ್), 1986) ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಸಾಕಷ್ಟು ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ಹೊಸ ಬರವಣಿಗೆ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ತಮ್ಮ ಹಿಂದಿನ ಚಿಂತನಾ ಧಾಟಿಯೊಂದಿಗೆ ಅಂತರ್ಗತಗೊಳಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅವಲೋಕಿಸಿದ ಬಳಿಕ, ಲೆಂಗರ್ ಮತ್ತು ಆಪೆಲ್ಬಿ (1987, ಪುಟಗಳು. 87, 137) ಹೀಗೆ ಬರೆದರು:

> ಹೊಸ ಪಠ್ಯಕ್ರಮಗಳ ಪರಿಚಯಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಸುಧಾರಣೆ ಮಾಡಬಯಸುವವರಿಗೆ ಈ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ವಿಭಿನ್ನ ಸಂದೇಶ ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಪಠ್ಯಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿ, ಆ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಯಾವ ಉದ್ದೇಶಗಳನ್ನು ಈಡೇರಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಗಮನ ಹರಿಸದೆ ಇದ್ದಲ್ಲಿ ನಾವು ಬೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಮೂಲಭೂತ ಮಾರ್ಪಾಡು ತರಬಲ್ಲವೆಂಬ ಭರವಸೆಯೇನಿಲ್ಲ. ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಹೊಸ ಚಟುವಟಿಕೆ ಅಥವಾ ಪಠ್ಯಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುವುದಕ್ಕಿಂತ ಯಾವುದನ್ನು ಕಲಿಕೆ ಎಂದೆಣಿಸಬೇಕು ಎಂದು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಹೊಸ ಚೌಕಟ್ಟುಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುವುದು ಹೆಚ್ಚು ಮುಖ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ . . . . ನೇರವಾಗಿ ಸಂಕ್ಷೇಪಿಸುವುದಾದರೆ, ಬೋಧನೆಯ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಕಲ್ಪನೆಗಳೇ ಸರಿ ಎಂದೆಣಿಸಿದಲ್ಲಿ ನಾವು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿರುವ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಕಾರ್ಯರೂಪಕ್ಕೆ ತರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದೇ ಇರಬಹುದು.

ಶಿಕ್ಷಕರು ಲಿಖಿತ ಪಠ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವ ರೂಪಕ್ಕೆ ತಂದು, ಏನನ್ನು, ಹೇಗೆ ಮತ್ತು ಏಕೆ 'ಕಲಿಯಬೇಕೆಂದು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತಾರೆ'. ಐಸ್ನಾ (Eisner) (1985, ಪುಟ. 59) ಬರೆಯುವಂತೆ 'ಅಂತಿಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ, ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕರು ಏನು ಮಾಡುವರು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಏನನ್ನು ಅನುಭವಕ್ಕೆ ತಂದುಕೊಳ್ಳುವರು ಎಂಬ ಅಂಶವು ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸುತ್ತದೆ'. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಕಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪಠ್ಯಕ್ರಮಗಳು ಶೇ 5% ನಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಬದಲಾವಣೆ ತರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಹೇಳುವುದಾದರೆ (Welch (ವೆಲ್ಚ್), 1979), ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ, ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರ ನಂಬಿಕೆಗಳು, ಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಆಚರಣೆಗಳು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪಡೆಯುವ ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಯ ಅನುಭವದ ಬಹ್ವಂಶವನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತವೆ (Smith (ಸ್ಮಿತ್), 1980).

ತರಗತಿಯ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕರರ ಸಂಭಾಷಣೆಯೂ ಒಂದು, ಮತ್ತು, ಆದ್ದರಿಂದ, ಶಿಕ್ಷಕರ ವಾಚಿಕ ವರ್ತನೆಯ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಅವರ ಸಂಭಾಷಣೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಗ್ರಹಿಕೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಹೊಂದಿರುವ ಪ್ರಮುಖ ನಿಹಿತಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಮುನ್ಬಿ ಕೈಗೊಂಡ ಭಾಷೆಯ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯು ಶಿಕ್ಷಕರ ವಾಚಿಕ ಪ್ರಾರೂಪಗಳಿಗೂ (pattern) ಅಷ್ಟೇ ಸಮಾನವಾಗಿ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ.

ಶಿಕ್ಷಕರು ವಿಷಯವೊಂದನ್ನು ಪ್ರಸ್ತುತಪಡಿಸುವ ರೀತಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ಲೋಕದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದರ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತದೆಯೇ ಅಥವಾ ಇಲ್ಲವೇ ಎಂಬಂಶವನ್ನು ಪರಿಶೋಧಿಸುವ ಮೂಲಕ ಸೈಡ್ಲರ್ (Zeidler) ಮತ್ತು ಲೀಡರ್ಮೆನ್(Lederman) (1989) ಅವರು ಮುನ್ಬಿಯ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ವಿಸ್ತರಿಸಿದರು. ಇವರು ಸೆಮಿಸ್ಟರ್ (ಅರ್ಧ ವಾರ್ಷಿಕ ವ್ಯಾಸಂಗಾವಧಿ) ಆರಂಭ ಮತ್ತು ಅಂತ್ಯದಲ್ಲಿ 18 ಜನ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಮತ್ತು ಅವರ 409

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪ ಮಾಪಕ (Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS)) ಮಾಪನಿಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟು 'ಮುನ್ಸಿ ಹೇಳುವ ವಾಸ್ತವವಾದಿ ಮತ್ತು ಸಾಧನಭೂತವಾದಿಯ ಭಾಷೆಗಳ ನಡುವಣ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸುವ' ಆರು ಚರಾಂಶಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದರು. ಈ ಆರು ಚರಾಂಶಗಳು 'ವಿಷಯ ವಸ್ತುವನ್ನು ತಿಳಿಸಲು ಶಿಕ್ಷಕರು ಬಳಸುವ ಭಾಷೆಯ ರೀತಿಯು ಅವರ ವಿಜ್ಞಾನ ಸ್ವರೂಪದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತವೆ'. ಹಿಂದಿನ ಒಂದು ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಈ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಸೈಡ್ಲರ್ ಮತ್ತು ಲೀಡರ್ಮೆನ್ (1987) ಈ ಕೆಳಗಿನ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದರು (ಪುಟಗಳು. 6–67):

> ಪ್ರಮಾಣೀಕರಿಸಬಲ್ಲ, ವಿಕಾಸಾತ್ಮಕ, ನಿಷ್ಪ್ರಮಾಣವಾದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು, ಮಾನವರೂಪಿ ಭಾಷೆ, ಸೃಜನಾತ್ಮಕತೆ ಮತ್ತು ವ್ಯಕ್ತಿನಿಷ್ಠವೂ ಆದ ಈ ಚರಾಂಶಗಳು ಶಿಕ್ಷಕರ ಭಾಷೆ ಮತ್ತು ತದನಂತರದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಸಾಧನಭೂತವಾದಿ ಮತ್ತು ವಾಸ್ತವವಾದಿ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳ ನಡುವಣ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ತೋರ್ಪಡಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣವಾಗಿವೆ ಎಂದು ಈ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ತೋರಿಸಿದವು. . . . . . ಶಿಕ್ಷಕರು ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯವಸ್ತುವನ್ನು ತಿಳಿಸಿ ಕೊಡಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಸಾಧಾರಣ ಭಾಷೆಯು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತಾಗಿ ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಅವರದ್ದೇ ಆದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗೆ ಸಂದರ್ಭವನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬರಲಾಗಿದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಶಿಕ್ಷಕರು ವಿಜ್ಞಾನದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಲು ಸಾಮಾನ್ಯ ಭಾಷೆಯನ್ನು ಬಳಸಿದಾಗ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ವಾಸ್ತವವಾದಿ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಹೊಂದುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿ ತೋರಿದರು. ಸೈಡ್ಲರ್ ಮತ್ತು ಲೀಡರ್ಮೆನ್ (1989) ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಒಂದು ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಇದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ: 'ಅಮಿನೋ ಆಮ್ಲದ ಈ ಭಾಗವನ್ನು ಅಮಿನೋ ಗುಂಪು ಎನ್ನುವರು. ಇದು ಒಂದು ನೈಟ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವನ್ನು, ಎರಡು ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಯಾವಾಗಲೂ ಮತ್ತು ಎಂದೆಂದಿಗೂ . . . . ಹೌದು, ಯಾವಾಗಲೂ ಮತ್ತು ಎಂದೆಂದಿಗೂ' (ಪುಟ. 780).

ಪರ್ಯಾಯವಾಗಿ, ಶಿಕ್ಷಕರು ವಿಜ್ಞಾನದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಪ್ರಸ್ತುತಪಡಿಸಲು ನಿಖರವಾದ ಭಾಷೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವಾಗ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ಸಾಧನಾಭೂತವಾದಿ ದೃಷ್ಟಿಕೋನವನ್ನು ಹೊಂದುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿ ತೋರಿದರು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, . . . . ಆವರ್ತನ ಕೋಷ್ಟಕವು (Periodic Table) ಎಲ್ಲ ಮೂಲಧಾತುಗಳನ್ನು ಸಂಯೋಜಿಸಿಡಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸೃಷ್ಟಿಸಿದ ಒಂದು ಕೋಷ್ಟಕ . . . . .ಪುನಃ ಇಲ್ಲಿ ವರ್ಗೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಯಾವಾಗಲೂ ಕಂಡುಬರುವ ಒಂದು ಸಮಸ್ಯೆ ಉದ್ಭವವಾಗುತ್ತದೆ. ಜೀವರಾಶಿಗಳು ನಾವು ಮಾಡಿದ ಅಚ್ಚುಕಟ್ಟಾದ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ವರ್ಗೀಕರಣಕ್ಕೆ ಯಾವಾಗಲೂ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವುದಿಲ್ಲ ಎಂದು ನಾನು ಹೇಳಿದ್ದನ್ನು ನೆನಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ . . . . .' (Zeidler (ಸೈಡ್ಲರ್ & Lederman (ಲೀಡರ್ಮೆನ್), 1989, ಪುಟ. 778).

ಇದು ನಿರೀಕ್ಷಿತ ತೀರ್ಮಾನವೇ. ಶಿಕ್ಷಕರ ಭಾಷೆಯ ಬಳಕೆಯು ಅವರ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳನ್ನು ಪ್ರಭಾವಿಸುತ್ತದೆ. ಲೀಡರ್ಮೆನ್ (Lederman) (1986), ಹಾಕೂಸ್ (Haukoos) ಮತ್ತು ಪೆನಿಕ್(Penick) (1983), ಯೇಗೆರ್ (Yager) (1966), ಮತ್ತು ಡಿಬ್ಸ್ (Dibbs) (1982) – ಇವರೆಲ್ಲರೂ ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕರು ಕೈಗೊಳ್ಳುವ ಬೋಧನಾ ರೀತಿಯು ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಚಿಂತಿಸುವ ಬಗೆಯನ್ನು ಪ್ರಭಾವಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದರು. ವಿಶೇಷವಾಗಿ, ಶಿಕ್ಷಕರು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರವನ್ನು ವಾಚಿಕವಾಗಿ ಪ್ರಸ್ತುತಪಡಿಸುವ

ರೀತಿಯು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತದೆ (Munby(ಮುನ್ಬಿ), 1976 & Ziedlcr (ಸೈಡ್ಲರ್) ಮತ್ತು Lederman (ಲೀಡರ್ಮೆನ್), 1989).

## ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪ

ವಿಜ್ಞಾನದ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ (Dynamic) ಅರ್ಥೈಸುವಿಕೆಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಾಮಾಜಿಕ ಅಧ್ಯಯನದ ಬಗ್ಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಹಿನ್ನಲೆಯ ಜ್ಞಾನ ಹೊಂದಿರುವುದು ಅಗತ್ಯ – ಈ ಹಿನ್ನಲೆಯನ್ನು ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಬೋಧಿಸುವ ರೀತಿಯು ಹೇಗಿರಬೇಕೆಂದರೆ, ಈ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಲೀಡರ್ಮೆನ್(1992) ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಮತ್ತು ಕ್ಲಾಫ್(1997) ವಿವರಿಸಿದ ಆ ಅಂಶಗಳೊಂದಿಗೆ, ಅಂದರೆ 'ಒಂದು ಪಾಠದ ಸಂದರ್ಭಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸಿದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬೋಧನಾತ್ಮಕ ವರ್ತನೆಗಳು, ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಮತ್ತು ನಿರ್ಧಾರ' ಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸುವಂತೆ ಬೋಧಿಸಿರಬೇಕು. ನಿಸ್ಸಂಶಯವಾಗಿ, ಈ ಆಚರಣೆಗಳನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಬೋಧಿಸುವುದನ್ನು ಖಾತರಿಪಡಿಸಲು ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ತವಾಗಿವೆ. ಶಿಕ್ಷಕ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸ ಮತ್ತು ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಇರುವ ದೃಷ್ಟಿಕೋನವನ್ನು ಸುಧಾರಿಸಲು ಕೊಡಲಾಗುತ್ತಿರುವ ಕರೆಗಳಿಗೆ ಒಂದು ದೀರ್ಘ ಇತಿಹಾಸವಿದೆ ಎಂಬುದರಲ್ಲಿ ಎರಡು ಮಾತಿಲ್ಲ (Abimbola (ಅಬಿಂಬೋಲಾ), 1983; Anderson *et al*., (ಆಂಡರ್ಸನ್ ಮತ್ತು ಇತರರು), 1986; Gill (ಗಿಲ್), 1977; Harms (ಹಾರ್ಮ್ಸ್) & Yager (ಯೇಗರ್), 1981; Kimball (ಕಿಂಬಾಲ್), 1967; King (ಕಿಂಗ್), 1991; Loving (ಲೌವಿಂಗ್), 1991; Manuel (ಮ್ಯಾನ್ವೆಲ್), 1981; Martin (ಮಾರ್ಟಿನ್), 1972; Matthews (ಮ್ಯಾಥ್ಯೂಸ್), 1989, 1990, 1994; Nunan (ನ್ಯೂನನ್), 1977; Robinson (ರಾಬಿನ್ಸನ್), 1969 ಮತ್ತು Summers (ಸಮರ್ಸ್)1982).

ಆದಾಗ್ಯೂ, ಸ್ನಾತಕಪೂರ್ವ ಮಟ್ಟದ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಣ ಪಠ್ಯಕ್ರಮಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯ ವಸ್ತುವಿನ ತಾತ್ವಿಕ ಹಿನ್ನೆಲೆಗೆ ಒತ್ತು ನೀಡುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ಸಮರ್ಸ್ (Summers)(1982) ಗಮನಿಸಿದನು. 'ಶಿಕ್ಷಣ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರವು ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಘಟಕವಾಗಬೇಕು ಎಂಬ ಆಗಾಗ್ಗೆ ನೀಡಲಾಗುತ್ತಿರುವ ಕರೆ ಯಾರ ಕಿವಿಗೂ ಬೀಳದೆ ಹೋಗಿದ್ದರ ತತ್ಫಲವಾಗಿ ಇಂದು ಸೇವಾ ನಿರತ ಶಿಕ್ಷಕರ ಹಲವು ಪೀಳಿಗೆಗಳಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮೂಲಭೂತ ಅಂಶಗಳ ಮತ್ತು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಕಲಿಕಾ ಅನುಭವಗಳ ವಿನ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಮಹತ್ವದ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿದಿರುವುದು ಅತ್ಯಲ್ಪ ಅಥವಾ ಶೂನ್ಯ ಎಂದೇ ಹೇಳಬಹುದು' ಎಂದು ತೀರಾ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ, 1988ರಲ್ಲಿ ಹಾಡ್ಸನ್ (Hodson) ವಿಷಾದಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಗ್ಯಾಲಘರ್ (Gallagher) (1991) ಎಂಬಾತ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬೋಧನೆಗೆ ಬೆಲೆ ಕೊಡದಿರುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತಿದೆಯಾದ್ದರಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಬೋಧಿಸುವುದು ಹೇಗೆ ಎಂದು ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ತಿಳಿಯದಿರುವುದು ಅಚ್ಚರಿಯ ಸಂಗತಿಯೇನಲ್ಲ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿದ; ಲೌವಿಂಗ್ (Loving) (1991) ಎಂಬಾತ ಸ್ನಾತಕಪೂರ್ವ (under-graduate) ಪದವಿ ಮತ್ತು/ಅಥವಾ ಸ್ನಾತಕ ಪದವಿ (graduate) ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದ ಸಂಸ್ಥೆಗಳ 17 ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರನ್ನು ಸರ್ವೇಕ್ಷಣೆ ನಡೆಸಿ, 'ಶೇಕಡ 13%

ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣವನ್ನು ಪ್ರಮುಖ ವಿಷಯವಸ್ತು (majors) ವನ್ನಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿದ್ದ ಸ್ನಾತಕಪೂರ್ವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಮತ್ತು ಶೇಕಡ 19% ನಷ್ಟು ಸ್ನಾತಕ ಪದವಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ಡಿಗ್ರಿ ಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ರಮವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ . . . .' (ಪುಟ.828) ಎಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ಕಂಡುಕೊಂಡ. ಈ ಅಂಕಿಅಂಶಗಳು ಆಶಾದಾಯಕ ಎಂಬುದು ವಿಷಾದಕರ. ಅಮೇರಿಕಾದ ಫ್ಲೋರಿಡಾ ರಾಜ್ಯದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರವಷ್ಟೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಬಯಸುವರು ವಿಜ್ಞಾನ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ ಮತ್ತು ಇತಿಹಾಸದ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ರಮವನ್ನು ಪೂರೈಸಬೇಕು ಎಂಬ ನಿಯಮವಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಮ್ಯಾಥ್ಯೂಸ್(1994) ತಿಳಿಸುತ್ತಾನೆ. ಸೇವಾಪೂರ್ವ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತ, ಬಹುತೇಕ ಪರಿಶೀಲನೆ ಮಾಡದ, ನಂಬಿಕೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಬರುತ್ತಾರೆ, ಮತ್ತು, ಅದರಲ್ಲೂ ಬಹಳಷ್ಟು ಸಮಯ ತಮ್ಮ ಶಿಕ್ಷಕ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ಅಂತಹ ನಂಬಿಕೆಗಳಿಗೆ ಯಾವ ಸವಾಲನ್ನೂ ಎದುರಿಸದೆಯೇ ಪದವೀಧರರಾಗುತ್ತಾರೆ (Haggerty (ಹ್ಯಾಗರ್ಟಿ), 1992; O'Brien (ಒಬ್ರೈನ್) & Korth (ಕೋರ್ಥ್), 1991) ಎಂಬ ಸಂಗತಿ ಸುಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಇದರರ್ಥವಿಷ್ಟೆ – ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ತಮ್ಮ ಔಪಚಾರಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಣ ಅನುಭವದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಉದ್ದೇಶಪೂರ್ವಕವಾಗಿ ಅರಿತುಕೊಳ್ಳುವ ಬದಲಾಗಿ 'ಪರೋಕ್ಷವಾಗಿ ಕಲಿಯುತ್ತಾರೆ' (ಮ್ಯಾಥ್ಯೂಸ್, 1994).

***ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬೋಧನೆಯ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿತ್ವ***

ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಔಪಚಾರಿಕ ಬೋಧನೆ ಇಲ್ಲದಿರುವುದು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ನಿರಾಶಾದಾಯಕ. ಏಕೆಂದರೆ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಾಮಾಜಿಕ ಅಧ್ಯಯನದ ವಿಶದವಾದ ಬೋಧನೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗಿರುವ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗುವುದೆಂದು ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳು ಸೂಚಿಸಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಕ್ಯಾರಿ (Carey) ಮತ್ತು ಸ್ಟ್ರೌಸ್ (Strauss) (1968) ಭಾವಿ ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ಹೊಂದಿರುವ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳ ಮೇಲೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನಾ ವಿಧಾನದ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ರಮ ಬೀರುವ ಪ್ರಭಾವದ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ಕೈಗೊಂಡರು. ಈ ಬೋಧನಾ ವಿಧಾನ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ರಮವು ಉಪನ್ಯಾಸ, ಚರ್ಚೆ, ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯವಾಚನ (outside reading)ಗಳ ಮೂಲಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಬೋಧಿಸುವುದರಿಂದ ಆರಂಭವಾಯಿತು. ವಿಸ್ಕಾನ್ಸಿನ್ ವಿಜ್ಞಾನ ಸೂಚಿಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ (Wisconsin Inventory Science Process (WISP)) ಮಾಪಕವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಮಾಡಿದ ಪೂರ್ವ ಪರೀಕ್ಷೆ ಮತ್ತು ಪರೀಕ್ಷೆಗಳ ನಂತರ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದರಲ್ಲಿ ಗಮನಾರ್ಹ ಸುಧಾರಣೆಯಾದದ್ದು ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂತು. ಈ ಮಾಪಕ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅನುಭವಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರ ವಿಷಯದಲ್ಲಿಯೂ ಇಂತಹ ಫಲಿತಾಂಶಗಳೇ ದೊರಕಿದವು (Carey (ಕ್ಯಾರಿ) & Strauss (ಸ್ಟ್ರೌಸ್), 1970).

ಬಿಲ್ಹಾ (Billeh) ಮತ್ತು ಹಸನ್ (Hasan) (1975) ಜೋರ್ಡೇನಿಯನ್ ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ನಾಲ್ಕು ವಾರದ ಬೇಸಿಗೆ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವೊಂದನ್ನು ನಡೆಸಿದರು. ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಉಪನ್ಯಾಸಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರಾತ್ಯಕ್ಷಿಕೆಗಳು, ನಿರ್ದೇಶಿತ ಅನ್ವೇಷಣಾತ್ಮಕ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ಒತ್ತುಕೊಡುವ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು, 15 ನಿಮಿಷ ಕಾಲಾವಧಿಯ ಹನ್ನೆರಡು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಮೇಲಿನ ಉಪನ್ಯಾಸಗಳು, ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು ಮತ್ತು ಸಂಶೋಧನಾ ನಿರತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಬಗೆಗಿನ ಅರಿವನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಲು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿದ ಸಮೃದ್ಧೀಕರಣ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು – ಇವು ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಒಳಗೊಂಡಿದ್ದವು. *ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ*

*ಪರೀಕ್ಷೆ (Nature of Science Test* (NOST)ಯ ಮೂಲಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ತಿಳುವಳಿಕೆಯನ್ನು ಅಳೆಯಲಾದ ಪೂರ್ವಪರೀಕ್ಷೆಯ ಮಾಪನ (pretest measures)ಗಳೊಂದಿಗೆ ಪರೀಕ್ಷೆಯ ನಂತರದ ಫಲಿತಾಂಶ(posttest results)ಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಗಮನಾರ್ಹ ಸಕಾರಾತ್ಮಕ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಇರುವುದು ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಸೂಚಿಸಿದವು.

ಲವಾಚ್ (Lavach) (1969) ಎಂಬಾತ ಆಯ್ದ ಕೆಲವು ಭೌತಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳ ಐತಿಹಾಸಿಕ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಒತ್ತು ನೀಡುವ ಸೇವಾಕಾಲೀನ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವೊಂದನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿ TOUS ಮಾಪನಿಯಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಸಹಭಾಗಿಗಳ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತ ಅರಿವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಖ್ಯಾಶಾಸ್ತ್ರೀಯವಾಗಿ ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ಸುಧಾರಣೆಯಾಗಿದ್ದು ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂತು. ಕಿಂಗ್ (1991) ಎಂಬಾತ ಸ್ಟ್ಯಾನ್ಫೋರ್ಡ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಹದಿಮೂರು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಶಿಕ್ಷಕರನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸ ಮತ್ತು ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಕುರಿತ ಅವರ ನಂಬಿಕೆಗಳು, ಜ್ಞಾನ, ಮತ್ತು ಧೋರಣೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಮೀಕ್ಷಿಸಿ, ಅವರೊಂದಿಗೆ ಸಂದರ್ಶನ ನಡೆಸಿದ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸ ಅಥವಾ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ ಬಗ್ಗೆ ಔಪಚಾರಿಕ ಬೋಧನೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದ ಮೂರು ಸಹಭಾಗಿಗಳು ತಾತ್ವಿಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ತರ್ಕಬದ್ಧ ಅನುಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ನೀಡಿರುವುದನ್ನು ಕಂಡುಕೊಂಡನು. ಒಗುನಾಯ (Ogunniyi) (1983) ಮತ್ತು ಅಕೆಂಡ್ಹೀನ್ (Akindehin) (1988) ತಮ್ಮ ಸೇವಾಪೂರ್ವ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ಇತರ ವಿಷಯವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸದೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಬೋಧಿಸಿದ ವಿಜ್ಞಾನ ಸ್ವರೂಪದ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ರಮ ಪರಿಣಾಮದ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರಿಸಿರುವರು. ಈ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ರಮವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಮತ್ತು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ವಿಜ್ಞಾನದ ತಿಳಿವಿನಲ್ಲಿ ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ಅಂತರವಿರುವುದು ಅವರಿಗೆ ಗೋಚರಿಸಿತು.

ಈ ಅಧ್ಯಯನಗಳಲ್ಲಿ ವರದಿಯಾದ ಜ್ಞಾನ ಸಂವರ್ಧನೆ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹದಾಯಕವಾದರೂ, ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಬೋಧನಾ ಕಾರ್ಯತಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸುವುದನ್ನು ಖಾತ್ರಿಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವತ್ತ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಣ ವಹಿಸಬೇಕಾದ ಪಾತ್ರದ ಮೇಲೆ ಗಮನ ಹರಿಸಿರುವುದಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಅದರ ಕುರಿತು ಯಾವುದೇ ಸಂಶೋಧನೆಯಾಗಲೀ ಇಲ್ಲ ಎಂಬುದು ವಿಷಾದಕರ ಸಂಗತಿ. ಅದೃಷ್ಟವಶಾತ್, ನಿಯಮಕ್ಕೆ ಅಪವಾದಗಳು ಇವೆ. ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯಾದಲ್ಲಿ, ಮ್ಯಾಥ್ಯೂಸ್ (1990) ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಆಸಕ್ತಿ ಉಂಟಾಗುವಂತೆ ಪ್ರೇರೇಪಿಸಲು ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಗಮನಕ್ಕೆ ಬರುವ ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸ ಮತ್ತು ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ನೆರವಾಗಲು ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸ ಮತ್ತು ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ ಒಂದು ಶಿಕ್ಷಣಕ್ರಮವನ್ನು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿದರು. ನೈಜೀರಿಯಾದಲ್ಲಿ ಒಗುನಾಯಾ (1983) ತನ್ನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ ಸಿದ್ಧತಾ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸ ಮತ್ತು ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆಂದೇ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ರಮವೊಂದನ್ನು ಮೀಸಲಿಟ್ಟರು. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ, ಐಕಿಂಗರ್ (Eichinger), ಎಬೆಲ್ (Aboll) ಮತ್ತು ಡ್ಯಾಗರ್ (Dagher) (1997) ಇವರು ಪರ್ಡ್ಯೂ ಮತ್ತು ಡೆಲಾವೇರ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದ ಸ್ನಾತಕ ಪದವಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ರಮವೊಂದರ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಮತ್ತು ಅದರ ಬೋಧನೆಯನ್ನು ಕುರಿತ ತಮ್ಮ ಅನುಭವವನ್ನು ಪ್ರಸ್ತುತಪಡಿಸಿದರು. ಐಯೊವಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಮೇಲಿನ ಎರಡು ಸೆಮಿಸ್ಟರ್ ಕಾಲಾವಧಿಯ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ರಮವನ್ನು ಎರಡು ದಶಕಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲದಿಂದ ಎಲ್ಲ ಸೇವಾಪೂರ್ವ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಮತ್ತು ಸ್ನಾತಕ ಪದವಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅವಶ್ಯಕ ಎಂಬ ನಿಯಮವಿದೆ.

*ಅಪೇಕ್ಷಿತ ಸ್ಥಿತಿಯ ವಿವರಣೆ*

ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವೆಂಬ ವಿಷಯದ ಅಳವಡಿಕೆಯ ಪ್ರಯತ್ನಕ್ಕೆ ಬಾಧಕವಾಗುತ್ತಿರುವ ಸಾಂಸ್ಥಿಕ ಮಿತಿಗಳಿವೆ ಎಂದು ಒಪ್ಪಬಹುದಾದರೂ, ವಿಜ್ಞಾನ ಸ್ವರೂಪದ ಬೋಧನೆಯನ್ನು ಶಾಲಾ ವಿಜ್ಞಾನ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ಸಮಗ್ರವಾಗಿ ಸಂಯೋಜಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ ಎಂದು ಖಚಿತಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಿದ್ದರೆ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಾಮಾಜಿಕ ಅಧ್ಯಯನ ಮತ್ತು ಸುಸಂಬದ್ಧ ಬೋಧನಾ ತಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಗಮನ ಹರಿಸುವುದು ಅನಿವಾರ್ಯ. ಹೀಗಿಲ್ಲದಿದ್ದಲ್ಲಿ, ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರ ಮೇಲೆ ನಾವು ಹೇರುವ ಅಪಾರ ಒತ್ತಡಗಳು ಸದ್ಯದ ನಿರಾಶಾದಾಯಕ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಮತ್ತಷ್ಟು ಕಾಲ ಮುಂದುವರೆಯುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುವುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಬೆಲ್ ಮತ್ತು ಇತರರು (Bell *et al.*)(1977), ಸೇವಾಪೂರ್ವ ಶಿಕ್ಷಕರು ಎಷ್ಟು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸಿದರು ಎಂಬುದನ್ನು ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮಾಡಲು ಹಲವಾರು ಶಿಕ್ಷಕರನ್ನು ಅವರ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಬೋಧನಾ ಅನುಭವದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದರು. ಬಹುತೇಕ ಶಿಕ್ಷಕರು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬೋಧನೆಗೆ ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ಎನ್ನುವಷ್ಟು ಗಮನ ಹರಿಸಲಿಲ್ಲ ಎಂದು ತಿಳಿಯಿತು. ಅವರಲ್ಲಿ ಓರ್ವ ಶಿಕ್ಷಕ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಹೇಳಿಕೆ ನೀಡಿದರು:

> ನಾನು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಬೋಧಿಸಲು ಯೋಜನೆ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸುವುದಿಲ್ಲ . . . . ನಾನು ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಮಯ ವ್ಯಯಿಸಬಹುದಾದಂಥ ವಿಷಯವಿದು ಎಂದು ನನಗನಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

ಬಹುಪಾಲು ಶಿಕ್ಷಕರು ಇಂತಹ ನಿಲುವನ್ನೇ ಹೊಂದಿರುವರಾದರೂ, ವಿಪರ್ಯಾಸವೋ ಎಂಬಂತೆ, ಉದ್ದೇಶಪೂರ್ವಕವಾಗಿಯೋ ಅಥವಾ ಇಲ್ಲದೆಯೋ, ನಿಖರವಾಗಿಯೋ ಅಥವಾ ಇಲ್ಲದೆಯೋ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತ ಒಂದಷ್ಟು ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಶಿಕ್ಷಕರು ತಲುಪಿಸಿಯೇ ಇರುತ್ತಾರೆ. ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರ ಜೀವನದ ಒಂದು ಮಾದರಿ ದಿನವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ. ತರಗತಿಯು ಒಂದು ಪ್ರಾರಂಭಿಕ ಹೇಳಿಕೆಯಿಂದ ಶುರುವಾಗುವುದು. ಆಮೇಲೆ, ಒಂದು ಚಟುವಟಿಕೆ ಇಲ್ಲವೇ ಪ್ರಾತ್ಯಕ್ಷಿಕೆ ಜರುಗುವುದು. ತದನಂತರ, ಯಾವುದೋ ಒಂದು ರೀತಿಯದ ಚರ್ಚೆಯು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ ನಿಯೋಜಿತ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಮನೆಪಾಠವನ್ನಾಗಿ ಕೊಡುವ ಮುನ್ನ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ದೈನಂದಿನ ತರಗತಿಯ ಅನುಭವಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯಪ್ರವೃತ್ತವಾಗುತ್ತದೆ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನದ ಸ್ಥಿತಿಗತಿಯೇನೆಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ಸುವ್ಯಕ್ತ ಮತ್ತು ಸೂಚ್ಯ ಸುಳಿವುಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ.

ಸುಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿಯೇ, ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಾಮಾಜಿಕ ಅಧ್ಯಯನಗಳ ಅಗತ್ಯಕ್ಕೆ ತರ್ಕಾಧಾರವು ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ಪರ್ಯಂತ ಹಾಸುಹೊಕ್ಕಾಗಿರಬೇಕು. ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಕ್ಲಿಷ್ಟವಾಗಿ ತೋರಬಹುದಾದ್ದರಿಂದ, ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ತರಗತಿಯ ಅನ್ವಯನಗಳು (practical classroom applications) ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿರಬೇಕು. ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಉಪಕರಣಗಳ ಪರೀಕ್ಷಣೆಯು ಶಿಕ್ಷಕರು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗೆಗಿನ 125 ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಹಾಗು ನಿಗಾವಣೆಮಾಡಲು (tracking) ಎದಿರಿಸುವ ಎದೆಗುಂದಿಸುವಂಥ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಉದ್ದೇಶಿಸಲು ಅನಿವಾರ್ಯವಾಗಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯವಸ್ತುವಿನ ಬೋಧನೆಯ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಚಿತ್ರಿಸುವ ವಾಚನ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳ (reading material), ಶ್ರವ್ಯದೃಶ್ಯ (audiovisual) ಸಾಮಗ್ರಿಗಳ ಮತ್ತು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಪರಿಶೀಲನೆಯೂ ಅನಿವಾರ್ಯವೇ. ಅಂತಹ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳ ಕೊರತೆಯು, ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪ ಮತ್ತು ಅದರ ವಿಷಯವಸ್ತುವನ್ನು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ಬೋಧಿಸುವಂತಾಗಲು ಶಿಕ್ಷಕರು ಪಠ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ಪರಿಷ್ಕರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಸಿದ್ಧರಾಗಿರಲು ಅಗತ್ಯವಾಗಿಸುತ್ತದೆ. ತಮ್ಮ ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ

ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬೋಧನೆಯನ್ನು ಕಾರ್ಯರೂಪಕ್ಕೆ ತರುವ ವೃತ್ತಿನಿರತ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರ ಔಪಚಾರಿಕ ಪ್ರಸ್ತುತಿಗಳು ಮತ್ತಿತರ ಸಂಶಯಗ್ರಸ್ತ ಶಿಕ್ಷಕರ ಮನವೊಲಿಸುವಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ನೆರವಾಗಬಹುದು. ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯವಸ್ತುವಿನ ಬೋಧನೆ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪಗಳ ನಡುವಣ ಬಿಡಿಸಲಾಗದ ಬಂಧವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸುವ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಘಟನೆಗಳು (Nott (ನಾಟ್) & Wellington (ವೆಲ್ಲಿಂಗ್ಟನ್), 1995) ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ, ಆದರೆ ಅತ್ಯಂತ ವಾಸ್ತವಿಕವಾದ, ಅಂತರ್‌ಸಂಬಂಧದ (juxtaposition) ಅರಿವನ್ನು ಸೇವಾಪೂರ್ವ ಶಿಕ್ಷಕರಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿಸುವಲ್ಲಿ ಅಮೂಲ್ಯವಾದುವುಗಳು. ಈ ಪ್ರಯತ್ನಗಳ ಜೊತೆಗೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಕರು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಚಿತ್ರಿಸುವ ವರ್ತನೆ, ಕಾರ್ಯತಂತ್ರ ಮತ್ತು ಭಾಷೆಯ ಮಾದರಿಯನ್ನು ರೂಪಿಸಬೇಕು. ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಾಮಾಜಿಕ ಅಧ್ಯಯನಗಳಿಗೆ ಸಮರ್ಪಿತವಾಗಿರುವ ಸಾಹಿತ್ಯ ಮತ್ತು ಸಂಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅದು ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೋಧನೆಗಿರುವ ನಿಹಿತಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಪರಿಚಯಿಸಬೇಕು. ಏಕೆಂದರೆ, ಅವಶ್ಯಕತೆ ಕಂಡುಬಂದಾಗ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಇದರಿಂದ ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂತಿಮವಾಗಿ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗೆಗಿನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ದೃಷ್ಟಿಕೋನ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಸಕಾರಾತ್ಮಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಸಂಶೋಧನೆ ಮತ್ತು ದೃಷ್ಟಾಂತ ವರದಿ (anecdotal reports) ಗಳು ಇಂತಹ ಅಂಶಗಳಿಗೆ ಗಮನ ಹರಿಸುವಿಕೆಯಿಂದ ಅಪೇಕ್ಷಿತ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ ಎಂಬುದರಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕರ ವಿಶ್ವಾಸ ಬಲಪಡಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾಗುತ್ತವೆ (Clough (ಕ್ಲಾಫ್), 1995; Meyling (ಮೀಲಿಂಗ್), 1997).

**ತೀರ್ಮಾನಗಳು**

ಈ ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನವು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುವ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಅನ್ವೇಷಿಸಿದೆ; ಇದನ್ನು ಅದರ ಇತಿಹಾಸ ಮತ್ತು ಅದು ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೋಧನೆಯನ್ನು ವಿಶದೀಕರಿಸಿರುವ ರೀತಿಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಗೆ ಹೇಗೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನ ಮಾಡಬೇಕೆಂದು ಪರಿಶೀಲಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಕೆಲವು ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ಅಂಶಗಳ ಕುರಿತಂತೆ ವ್ಯಾವಹಾರಿಕ ಒಮ್ಮತ (pragmatic consensus) ವಿದೆ ಎಂಬ ನಿಲುವನ್ನು ನಾವು ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿದ್ದೇವೆ. ಆದರೂ, ಯಾವುದೇ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಆಗುವಂತೆಯೇ ಸಕಾರಾತ್ಮಕ ವಿಚಾರ ಮಂಥನ (debate) ಜರುಗುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ನಿರೂಪಿಸಿ ತೋರಿಸಿದ್ದೇವೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಶಿಕ್ಷಕರು ಯಾವ ಅಭಿಪ್ರಾಯವುಳ್ಳವರಾಗಿದ್ದಾರೆ, ತತ್ಫಲವಾಗಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅವರು ಏನನ್ನು ಹೇಳಿಕೊಡುತ್ತಾರೆ – ಇವೆರಡರ ನಡುವಣ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕುರಿತಾಗಿ ಸಂಶೋಧನೆ ಮತ್ತು ಚರ್ಚೆಗಳು ಜರುಗುತ್ತಲೇ ಇವೆ ಎಂದೂ ನಾವು ತೋರಿಸಿದ್ದೇವೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಾಮಾಜಿಕ ಅಧ್ಯಯನದ ಅನ್ವೇಷಣೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಸುವ ಮತ್ತು ಆ ವಿಷಯವಸ್ತುವನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುವ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಚಿಂತಿಸಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುವ ಅನುಭವಗಳನ್ನು ಶಿಕ್ಷಕರು ಹೊಂದಿರಲೇಬೇಕು ಎಂದು ನಮ್ಮ ಸ್ಪಷ್ಟ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸುತ್ತೇವೆ. ವಿಜ್ಞಾನವು ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯಪ್ರವೃತ್ತವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದರ ನಿಖರ ಚಿತ್ರಣವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣ ಸಮುದಾಯವು ಶಿಕ್ಷಕರು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಒದಗಿಸಬೇಕಾದ್ದು ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ. *'The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies (ದಿ ನೇಚರ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್ ಇನ್ ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಷನ್: ರಾಷನೇಲ್ಸ್ ಆಂಡ್ ಸ್ಟ್ರಾಟಜೀಸ್)'* (McComas (ಮೆಕೋಮಸ್), 1998) ಪುಸ್ತಕಕ್ಕೆ ನೀಡಲಾಗಿರುವ ಕೊಡುಗೆಗಳು ಈ ಉದ್ದೇಶವನ್ನೇ ನೆರವೇರಿಸಿವೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನವೆಂಬ ಈ ವಿಷಯದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಅರಿವು ನೀಡಿದಾಗ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣ ಮತ್ತಷ್ಟು ಸಮೃದ್ಧ ಶಾಸ್ತ್ರ

ಆಗುವುದಲ್ಲದೆ, ನಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ನಾಗರಿಕರಾಗಿ ತಮ್ಮ ಜೀವನವನ್ನು ಎದುರಿಸಲು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಸನ್ನದ್ಧರಾಗುತ್ತಾರೆ ಎಂಬುದರಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ವಿಶ್ವಾಸವಿದೆ.

**ಅನುವಾದ: ಬಿ.ಎಂ. ಚಂದ್ರಶೇಖರ**
**ಪರಿಶೀಲನೆ: ಮನೋಜ**

## NOTES

Commented [k3]: The notes have been kept in English as it has more details of the places the conferences was held.

1. International conferences addressing the nature of science and science teaching have been held at the University of Florida, Tallahassee, Fl.USA (1989); Kingston, Ontario, Canada (1992); University of Minnesota, Minneapolis, MN, USA (1995) and Calgary, Alberta, Canada in June of 1997. The next conference is scheduled for September 1999 in Pavia, Italy.

## REFERENCES

Commented [k4]: As there are too many references, pt 12 and single spacing between each reference is maintained for easy readability


Abimbola, O. A.: 1983, ‘The relevance of the “new” philosophy of science for the science curriculum’, *School Science and Mathematics* **83**, 183-190.

Aikenhead, G. & Ryan, A.: 1992, ‘The Development of a New Instrument: “Views on Science-Technology-Society” (VOSTS)’, *Science Education* **76**, 477-491.

Aikendehin, F.: 1988, ‘Effect of an Instructional Package on Preservice Science Teachers, Understanding of Nature of Science and Acquisition of Science-Related Attitudes’, *Science Education* **72**, 73-82.

American Association for the Advancement of Science: 1989, *Project 2061: Science for all Americans*, Washington, D.C.

American Association for the Advancement of Science: 1993, *Benchmarks for Science Literacy*, New York, Oxford University Press.

Association for Science Education: 1981, *Education Through Science: An ASF Policy Statement,* Hatfield, England: Author.

Anderson, K. E.: 1950, ‘The Teachers of Science in a Representative Sampling of Minnesota Schools’, *Science Education* **34**, 57-66.

Bell, R., Lederman, N. G. & Abd-El-Kbaliek, F.: 1997, 'Developing and Acting Upon One's Conception of Science: The Reality of Teacher Preparation', Paper presented at the Annual Meeting of the Association for the Education of Teachers in Science, Cincinnati, 9-12, January.

Bentley, M.L. & Garrison, J. W.: 1991, 'The Role of Philosophy of Science in Science Teacher Education', *Journal of Science Teacher Education* **2**, 67-71.

Billeh, V.Y. & Hassan, O.E.: 1975, 'Factors Affecting Teachers Gain in Understanding the Nature of Science', *Journal of Research in Science Teaching* **12**, 209-219.

Brush, S. G.: 1989, 'History of Science and Science Education', *Interchange* **20**, 60-71.

Burbules, N. C.: 1991, 'Science Education and Philosophy of Science: Congruence of Contradiction?', *International Journal of Science Education* **13**, 227-241.

Carey, L.R. & Strauss, A. N.: 1968, 'An analysis of the understanding of the nature of science by prospective secondary science teachers', *Science Education* **52,** 358-363.

Cawthron, F.R. & Rowell, J.A.: 1978, 'Epistemology and Science Education', *Studies in Science Education* **7**, 279-304.

Clough, M. P.: 1997, 'Strategies and Activities for Initiating and Maintaining Pressure on Students' Naive Views Concerning the Nature of Science', *Interchange* **28,** 191-204.

Clough, M.P.: 1995, 'Longitudinal Understanding of the Nature of Science Facilitated by an Introductory High School Biology Course', in F. Finley, D. Alichin, D. Rhees and S. Fitfield (eds.), *The Proceedings of the Third International History, Philosophy and Science Teaching Conference: Vol. II.* Minneapolis: University of Minnesota Press, 202-211.

Clough, M.P.: 1994, 'Diminish Students Resistance to Biological Evolution', *The American Biology Teacher* **56**, 409-415.

Clough, M.P. & Clark, R.L.: 1994, 'Creative Constructivism: Challenge Your Students with an Authentic Science Experience', *The Science Teacher* **61**, 46-49.

Conant, A. B.: 1951, *On Understanding Science: An Historical Approach*, New York, New American Library.

Connelly, F.M., Wahlstrom, M.W., Finegold, M & Elbaz, F.: 1977, *Enquiry Teaching in Science: A Handbook for Secondary School Teachers*, Toronto, Ontario Institute for Studies in Education.

Dagher, Z.R. & BouJaoude, S.: 1997, 'Scientific Views and Religious Beliefs of College Students: The Case of Biological Evolution', *Journal of Research in Science Teaching* **34**, 429-445.

DeBoer, G.: 1991, *A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice,* Teachers College Press, New York.

Dibbs, D.R.: 1982, *An investigation into the nature and consequences of teachers implicit philosophies of science*, Unpublished doctoral dissertation, University of Aston, Birmingham, UK.

Driver, R., Leach, J., Miller, A. & Scott, P.: *Young Peoples Images of Science*, Open University Press, Bristol, Pennsylvania.

Duffee, L. & Aikenhead, G.: 1992, 'Curriculum Change, Student Evaluation, and Teacher Practical Knowledge', *Science Education* **76**, 493-506.

Duschl, R.A.: 1994, 'Research on the History and Philosophy of Science', in L.G. Dorothy (ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, MacMillan, New York.

Duschl, R.A.: 1988, 'Abandoning the Scientistic Legacy of Science Education', *Science Education* **72**, 51-62.

Eichinger, D. C., Abell, S. K. & Dagher, Z. R.: 1997, 'Developing a Graduate Level Science Education Course on the Nature of Science', *Science and Education* **6**, 417-429.

Eisner, E.W.: 1985, *Educational Imagination: On the Design and Evaluation of School Programs*, *Second Edition*, MacMillan, New York.

Elkana, Y.: 1970, 'Science, Philosophy of Science and Science Teaching', *Educational Philosophy and Theory* **2**, 15-35.

Elmer-Dewitt, P.: 1994, 'Don't Tread on My Lab', *Time* **143**, 44-45.

Ennis, R.H.: 1979, 'Research in Philosophy of Science Bearing on Science Education', in P. D. Asquith & H. E. Kyburg (eds.), *Current Research in Philosophy of Science*, Philosophy of Science Association, East Lansing, Michigan.

Eylon, B. & Linn, M.: 1989, 'Learning and Instruction: an Examination of How Research Perspective in Science Education', *Review of Educational Research* **58**, 251-301.

Fleury, S.C. & Bentley, M.L.: 1991, 'Educating Elementary Science Teachers: Alternative Conceptions of the Nature of Science', *Teaching Education* **3**, 57-67.

Fullan, M.G.: 1991, *The New Meaning of Educational Change*, 2nd ed., Teachers College Press, New York.

Gallagher, J.J.: 1991, 'Prospective and Practicing Secondary School Science Teacher's Knowledge and Beliefs about the Philosophy of Science', *Science Education* **75**, 121-133.

Giddings, J.G.: 1982, *Presuppositions in School Science Textbooks*, Unpublished doctoral dissertation, University of Iowa, Iowa City, Iowa.

Gill, W.: 1977, 'The editors page', *The Australian Science Teachers' Journal* **23**, 4.

Ginev, D.: 1990, 'Towards a New Image of Science: Science Teaching and Non-analytical Philosophy of Science', *Studies in Philosophy and Education* **10**, 63-71.

Good, T. L. & Brophy, J. E.: 1987, *Looking in Classrooms, 4th Edition*, New York: Harper and Row.

Haggerty, S.M.: 1992, 'Student Teachers Perceptions of Science and Science Teaching', in S.Hills (ed.), *The History and Philosophy of Science in Science Education*, Kingston, Ontario: Queen's University.

Harms, H. & Yager, R. E.: 1981, *What Research Says to the Science Teacher, Vol. 3*, Washington D.C.: National Science Teachers Association.

Haukoos, G.D. & Penick, T. E.: 1983, 'The Influence of Classroom Climate on Science Process and Context Achievement of Community College Students', *Journal of Research in Science Teaching* **20**, 629-637.

Herron, M. D.: 1969, 'Nature of Science: Panacea or Pandora's Box', *Journal of Research in Science Teaching* **6**, 105-107.

Hodson, D.: 1991, 'The Role of Philosophy in Science Teaching', in M.R. Matthews (ed.), *History, Philosophy and Science Teaching: Selected Reading*, New York: Teachers College Press.

Hodson, D.: 1988, 'Towards a philosophically more valid science curriculum', *Science Education* **72**, 19-40.

Hurd, P.DeH.: 1960, 'Summary', in *Rethinking Science Education: The Fifty-Ninth Yearbook of the National Society for the Study of Education*, Chicago, University of Chicago Press, Chicago.

Jaffe, B.: 1938, 'The History of Chemistry and its Place in the Teaching of Chemistry', *Journal of Chemical Education* **15**, 383-389.

Johnson, R.L. & Peeples, E.E.: 1987, 'The Role of Scientific Understanding in College', *The American Biology Teacher* **49**, 93-96.

Kilborn, B.: 1982, 'Curriculum Materials, Teaching, and Potential Outcomes for Students? a Qualitative Analysis', *Journal of Research in Science Teaching* **19**, 675-688.

Kimball, M.: 1967, 'Understanding the nature of science: A comparison of scientists and science teachers', *Journal of Research in Science Teaching* **19**, 675-688.

King, B.: 1991, 'Beginning Teachers' Knowledge of and Attitude Toward History and Philosophy of Science', *Science Education* **75**, 135-141.

Klopfer, L.: 1969, 'The Teaching of Science and the History of Science', *Journal of Research in Science Teaching* **6**, 87-95.

Klopfer, L.: 1964-66, *History of Science Cases (HOSC),* Science Research Associates, Chicago.

Knorr-Cetina, K.D.: 1981, *The Manufacture of Knowledge: An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*, Pergamon Press, New York.

Koballa, T. & Crawley, F.: 1985, 'The Influence of Attitude on Science Teaching and Learning', *School Science and Mathematics* **85**, 222-32.

Kuhn, T.S.: 1970, *The Structure of Scientific Revolutions*, The University of Chicago Press, Chicago.

Laforgia, J.: 1988, 'The Affective Domain Related to Science and its Evaluation', *Science Education* **72**, 407-421.

Lakin, S. & Wellington, J.: 1994, 'Who Will Teach the "Nature of Science"?: Teachers Views of Science and Their Implications for Science Education', *International Journal of Science Education* **16**, 175-190.

Langer, J. A. & Applebee, A. N.: 1987, *How Writing Shapes Thinking: A Study of Teaching and Learning*, National Council of Teachers of English, Research Report No. 22, National Council of Teachers of English, Urbana, Illinois.

Lapoint, A., Mead, N.A. & Phillips, G.W.: 1989, *A World of Differences: An International Assessment of Mathematics and Science*, Educational Testing Service, Princeton.

Latour, B.: 1987, *Science in Action*, Harvard University Press, Cambridge.

Latour, B. & Woolger, S.: 1986, *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Lavach, J.: 1969, 'Organization and Evaluation of an In-service Program in the History of Science', *Journal of Research in Science Teaching* **6**, 166-170.

Lederman, N.G.: 1992, 'Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research', *Journal of Research in Science Teaching* **29,** 331-359.

Lederman, N.G.: 1983, *Delineating Classroom Variables Related to Students' Conception of the Nature of Science*, unpublished Doctoral Dissertation, Syracuse University, New York.

Lederman, N.G.: 1986, 'Students and Teacher's Understanding the Nature of Science: A Reassessment', *School Science and Mathematics* **86**, 91-99.

Lederman, N. & Zeidlcr, D.: 1987, 'Science Teachers Conceptions of the Nature of Science: Do They Really Influence Teaching Behavior?', *Science Education* **71**, 721 -734.

Loving, C.: 1991, 'The Scientific Theory Profile: A Philosophy of Science Model for Science Teachers', *Journal of Research in Science Teaching* **28**, 823-838.

Manuel, D. F.: 1981, 'Reflections on the Role of History and Philosophy of Science in School Science Education', *School Science Review* **62**, 769-771.

Martin, M. R.: 1972, *Concepts of Science Education*: *A Philosophical Analysis*, Scott, Foresman, Inc., Greenview. IL.

Matthews, M.R.: 1989, 'A Role for History and Philosophy in Science Teaching', *Interchange* **20**, 3-15.

Matthews, M.R. (ed.): 1990, *History, Philosophy, and Science Teaching Select Readings*, Teachers College Press, New York.

Matthews, M.R.: 1990, 'History, Philosophy and Science Teaching: What Can Be Done in an Undergraduate Course?', *Studies in Philosophy and Education* **10**, 93-97.

Matthews, M.R.: 1994, *Science Teaching the Role of History and Philosophy of Science*, Routledge, New York.

Matthews, M. R.: 1997, 'Editorial', *Science and Education* **6**, 323-329.

McComas, W. F. (Ed.): 1998, *The nature of science in science education: Rationales and Strategies*, Kluwer Academic Publishers.

McComas, W.F. & Olson, J.K.: 1998, 'Thc nature of science in international science education standards documents', in: McComas, W. F. (Ed.): *The nature of science in science education: Rationales and Strategies*, (pp. 41-52), Kluwer Academic Publishers.

Mellado, V.: 1997, 'Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of the nature of science', *Science and Education* **6**, 397-416.

Mendelsohn, E., Weingart, P. & Whitley, R. (eds.): 1977, *The Social Production of Scientific Knowledge*, D. Reidel Publishing Co., Boston.

Meyling, H.: 1997, 'How to Change Students' Conceptions of the Epistemology of Science', *Science and Education* **6**, 397-416.

Miller, P.E.: 1963, 'A Comparison of the Abilities of Secondary Teachers and Students of Biology to Understand Science', *Iowa Academy of Science* **70**, 510-513.

Moore, J.: 1983, 'Evolution. Education, and the Nature of Science and Scientific Inquiry, in J.P. Zetterberg (ed.), *Evolution Versus Creationism: The Public Education Controversy*, Oryx Press, Phoenix.

Mulkay, M. & Gilbert, N.: 1982, 'Accounting For Error: How Scientists Construct Their Social World They Account For Correct and Incorrect Belief', *Sociology* **16,** 165-183.

Munby, A. H.: 1967, 'Some implications for language in science education', *Science Education* **60**, 115-124.

National Research Council: 1996, *National Science Education Standards*, National Academy Press, Washington, DC.

National Science Teachers Association: 1995, *A High School Framework for National Science Education Standards*, Arlington, VA.

Nott, M. & Wellington, J.: 1995, 'Critical Incidents in the Science Classroom and the Nature of Science', *School Science Review* **76**, 41-46.

Nunan, F.: 1977, 'History and philosophy of science and science teaching: A revisit', *The Australian Science Teachers' Journal* **23**, 65-71.

O'Bricn, G.E. & Korth, W.W.: 1991, 'Teachers' Self-examination of Their Understanding of the Nature of Science: a History and Philosophy Course Responsive to Science Teachers' Needs', *Journal of Science Teacher Education* **2**, 94-100.

Ogunniyi, M. B.: 1982, 'An Analysis of Prospective Science Teacher's Understanding of the Nature of Science', *Journal of Research in Science Teaching* **19**, 25-32.

Penick, J. E., Yager, R.E. & Bonnstetter, R.: 1986, 'Teachers Make Exemplary Programs', *Educational Leadership* **44**, 14-20.

Robinson, J.T.: 1968, *The Nature of Science and Science Teaching*, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California.

Robinson, J.T.: 1969, 'Philosophy of Science: Implications for Teacher Education', *Journal of Research in Science Teaching* **6**, 99-104.

Rowell, J. A. & Cawthron, E.R.: 1982, 'Image of Science: an Empirical Study', *European Journal of Science Education* **4**, 79-94.

Rubba, P. A., Horner, J. K. & Smith, J. M.: 1981, 'A study of two misconceptions about the nature of science among junior high school students', *School Science and Mathematics* **81**, 221-226.

Rutherford, J., Hoton, G. & Walton, M.: 1970, *Harvard Project Physics*, New York: Holt, Rinehart and Winston.

Ryan, A.G. & Aikenhead, G.S.: 1992, 'Students' Preconceptions about the Epistemology of Science', *Science Education* **76**, 559-580.

Scharmann, L.C. & Harris, W.M.: 1992, 'Teaching Evolution: Understanding and Applying the Nature of Science', *Journal of Research in Science Teaching* **29**, 375-388.

Scheffler, I.: 1973, *Reason and Teaching*, Bobbs-Merrill, Indianapolis.

Schmidt, D. J.: 1967, 'Test on Understanding Science: a Comparison among School Groups', *Journal of Research in Science Teaching* **4**, 365-366.

Schwab, J. J.: 1964, 'The Teaching of Science as Enquiry', in J.J, Schwab & P. F. Brandwein (eds.), *The Teaching of Science*, Harvard University Press, Cambridge, MA.

Shamos, M.: 1995, *The Myth of Scientific Literacy*, Rutgers University Press, New Brunswick, New Jersey.

Shapin, S.: 1982, 'History of Science and its Sociologica1 Reconstruction', *History of Science* **20**, 157-211.

Shymansky, J. & Penick, J.: 1988, 'Teacher Behavior Does Make a Difference in Hands-on Science Classrooms', *School Science and Mathematics* **81**(5), 412-422.

Smith, H. A.: 1980, 'A Report on the Implications for the Science Community on Three Nsf-sponsored Studies of the State of Precollege Science Education' in What are the Needs in Precollege Science, Math and Social Science Education? Views of the Field. National Science Foundation, Washington, DC.

Smith, M. U., Lederman, N.G., Bell, R. L., McComas, W. F. & Clough, M. P.: 1997, 'How Great is the Disagreement About the Nature of Science? A Response to Alters (1997)', *Journal of Research in Science Teaching* **34** (10), 1101-1103.

Songer, N. & Linn, M.: 1991, 'How Do Students' Views of Science Influence Knowledge Integration?', *Journal of Research in Science Teaching* **28**, 761-784.

Stake, R. E. & Easley, J. A.: 1978, *Case Studies in Science Education*, *Volumes I and II*, U.S. Government Printing Office, Washington, DC.

Summers, M.: 1982, 'Philosophy of Science in the Science Teacher Education Curriculum', *European Journal of Science Education* **4**, 19-27.

Tobias, S.: 1990, *They're Not Dumb; They're Different: Stalking the Second Tier*, Research Council, Tuscon, Arizona.

Wandersee, J.: 1986, 'Can the History of Science Help Science Educators Anticipate Students' Misconceptions', *Journal of Research in Science Teaching* **23**, 581-597.

Welch, W.: 1979, 'Twenty Years of Science Education', *Review of Research in Education* **7**, 282-306.

Welch, W.W.: 1984, 'A Science-Based Approach to Science Learning', in D. Holdzkom & Lutz (eds.), *Research Within Reach: Science Education*, National Science Teachers Association, Washington, DC.

Weiss, I. R.: 1993, 'Science Teachers Rely on the Textbook', in R.E. Yager (ed.), *What Research Says to the Science Teacher, Volume and Seven: The Science, Technology, Society Movement*, National Science Teachers Association, Washington, DC.

Yager, R.E.: 1966, 'Teacher Effects upon the Outcomes of Science Instruction', *Journal of Research in Science Teaching* **4**, 236-242.

Zeidler, D. & Lederman, N.: 1987, 'Science Teacher's Conceptions of the Nature of Science: Do They Really Influence Teaching Behavior', *Science Education* **71**, 721-734.

Zeidler, D. & Lederman, N.: 1989, 'The Effects of Teachers' Language on Students' Conceptions of the Nature of Science', *Journal of Research in Science Teaching* **26**, 771-783.

( Source: *Science & Education* **7**: 511-532, 1998.
(c) 1998 *Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands*)